MŰANYAGOK, HŐ- és HANGSZIGETELÉS

Dr. Kausay Tibor

2018. május.



$M = 3,5\ g$ $\rho = 28\ kg/m^3$ $\varepsilon_{20}^{4} = 760\ N$ $\sigma = \frac{760}{2500} = 0,304\ N/mm^2$

3. MŰANYAGHAB NYOMÁSI ELLENÁLLÁSÁNAK("NYOMÓFESZÜLTSÉGÉNEK") MEGHATÁROZÁSA

Értelmezés: 10 % összenyomódáshoz tartozó feszültség

Követelmény: Nikecell habosított polisztirol lemez esetén:

$M = 3,7\ g$ $\rho = 0,0296\ g/cm^3 = 29,6\ kg/m^3$

$V = 5 \times 5 \times 5\ cm$

Ez nagyon nagy

$M = 3,9\ g$

$\rho = 0,031\ g/cm^3 = 31\ kg/m^3$

Testsűrűség kg/m^3	Nyomófesz. 10 % összenyomódáshoz MPa
10 - 15	min. 0,05
15 - 20	" 0,08
20 - 25	" 0,11
25 - 30	" 0,15
30 - 35	" 0,18

Pld 0,304 N/mm2

g/cm^3

0,010 - 0,015
0,015 - 0,020
0,020 - 0,025
0,025 - 0,030
0,030 - 0,035

Kausay

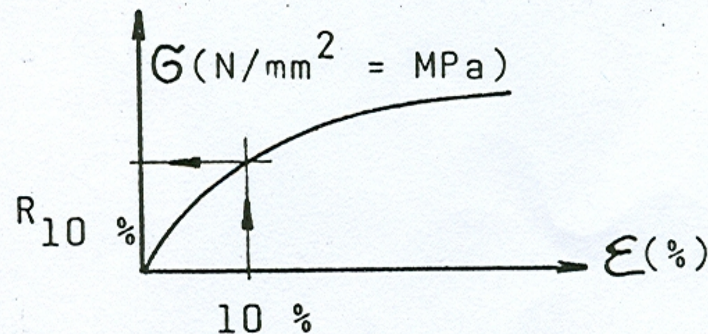
Feladat:

3.1. Határozza meg a minta testsűrűségét

3.2. Mérje meg a 10 % összenyomódáshoz tartozó nyomófeszültséget (5 egység = 1 N)

3.3. Értékelje a méréseredményt!

Ha fölvennénk a feszültség-összenyomódás diagramot, kb ilyen ábrát kapnánk:



Ontás = 4200

Erő = 4200/5 = 840 N.

Nyomófeszültség = 0,338 N/mm²

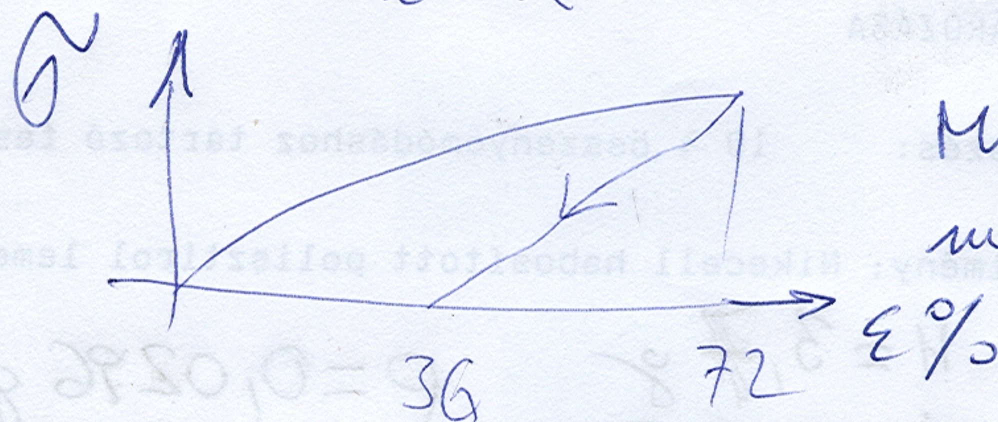
11/4

1991.01.
Józsa

A műanyaghab lépésálló, ha a 10 %-os összenyomódáshoz tartozó nyomószilárdsági érték ≥ 0,1 N/mm² (100 kPa)

Erő 2320 N $\varepsilon = \frac{50-14}{50} = \frac{36}{50} = 72\%$

Tehermentesítés után $\frac{50-32}{50} = 36\%$




2016/10/10 11:05
Kausay

Kausay

Polisztirol műanyaghab összenyomás vizsgálati eredménye:

Méret: 50×50×50 mm

Tömeg: 3,18 g

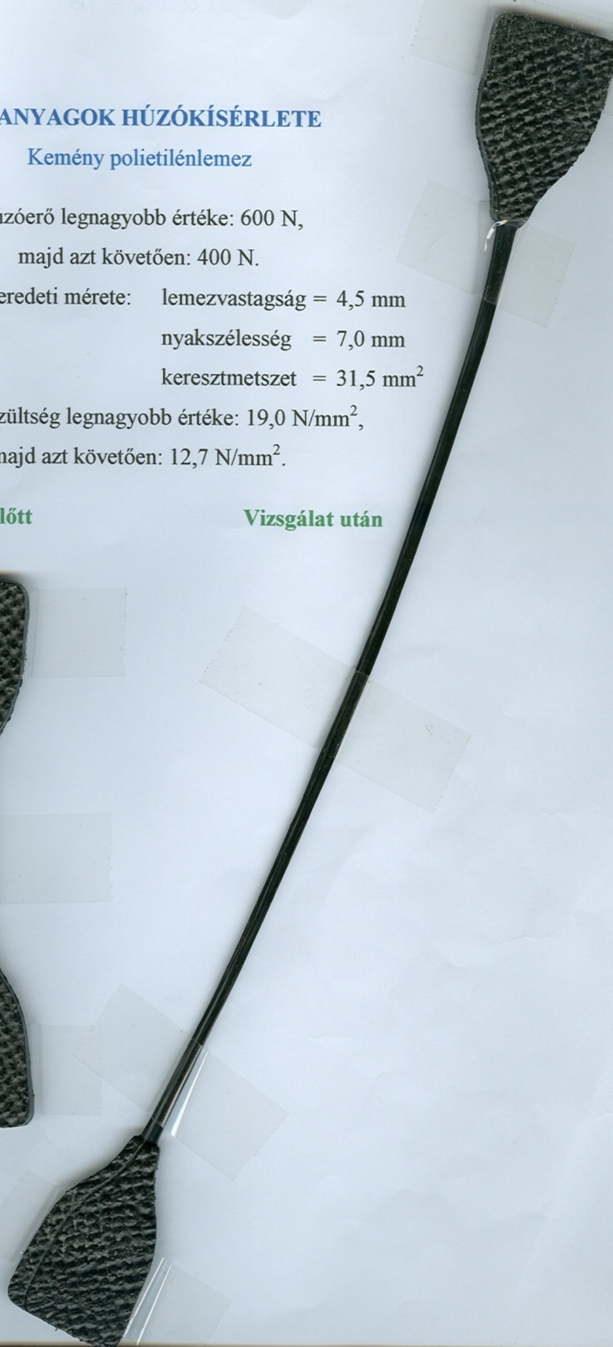
Testsűrűség: 0,0254 g/cm³ = = 25,4 kg/m³

10%-os (5 mm-es) összenyomódáshoz tartozó nyomóerő: 257 N

10%-os (5 mm-es) összenyomódáshoz tartozó nyomófeszültség: 0,103 N/mm² (épp a lépésállóság határa)







Húzás során az első szakaszban érvényesül a *Hooke*-törvény, a legnagyobb alakváltozás 10-20 százalékos.

Ezt követően hirtelen nyak képződik, és a σ-ε diagramnak ez a képlékeny szakasza addig tart, amíg az egész minta el nem vékonyodik.

Az alakváltozás több száz százalékos is lehet. Ezt rövid emelkedő szakasz követi.

MŰANYAGOK HÚZÓKÍSÉRLETE

Gumilemez

Húzóerő értéke: 30 - 40 N

A próbatest eredeti mérete: lemezvastagság = 1,0 mm
nyakszélesség = 7,0 mm
keresztmetszet = 7,0 mm^2

Húzófeszültség értéke: 4,3 - 5,7 N/mm^2

Vizsgálat előtt



Vizsgálat után



MŰANYAGOK HÚZÓKÍSÉRLETE

Üvegszövettel erősített, módosított, bitumenlemez

Húzóerő az üvegszövet szakadásáig: 100 N,
majd azt követően: 5 - 10 N.

A próbatest eredeti mérete: lemezvastagság = 3,5 mm
nyakszélesség = 7,0 mm
keresztmetszet = 24,5 mm^2

Húzófeszültség az üvegszövet szakadásáig: 4,1 N/mm^2,
majd azt követően: 0,2 - 0,4 N/mm^2.

Vizsgálat előtt



Vizsgálat után





Kausay

Kausay

INSTRON

ÁRAM
KERET KÉSZENLÉTI ÁLLAPOT
TERHELŐKERET KÉSZ

Keresztfej elmozdulás
[mm]
400,19
Terhelés
[kN]
,43239
Idő
[s]
240,18

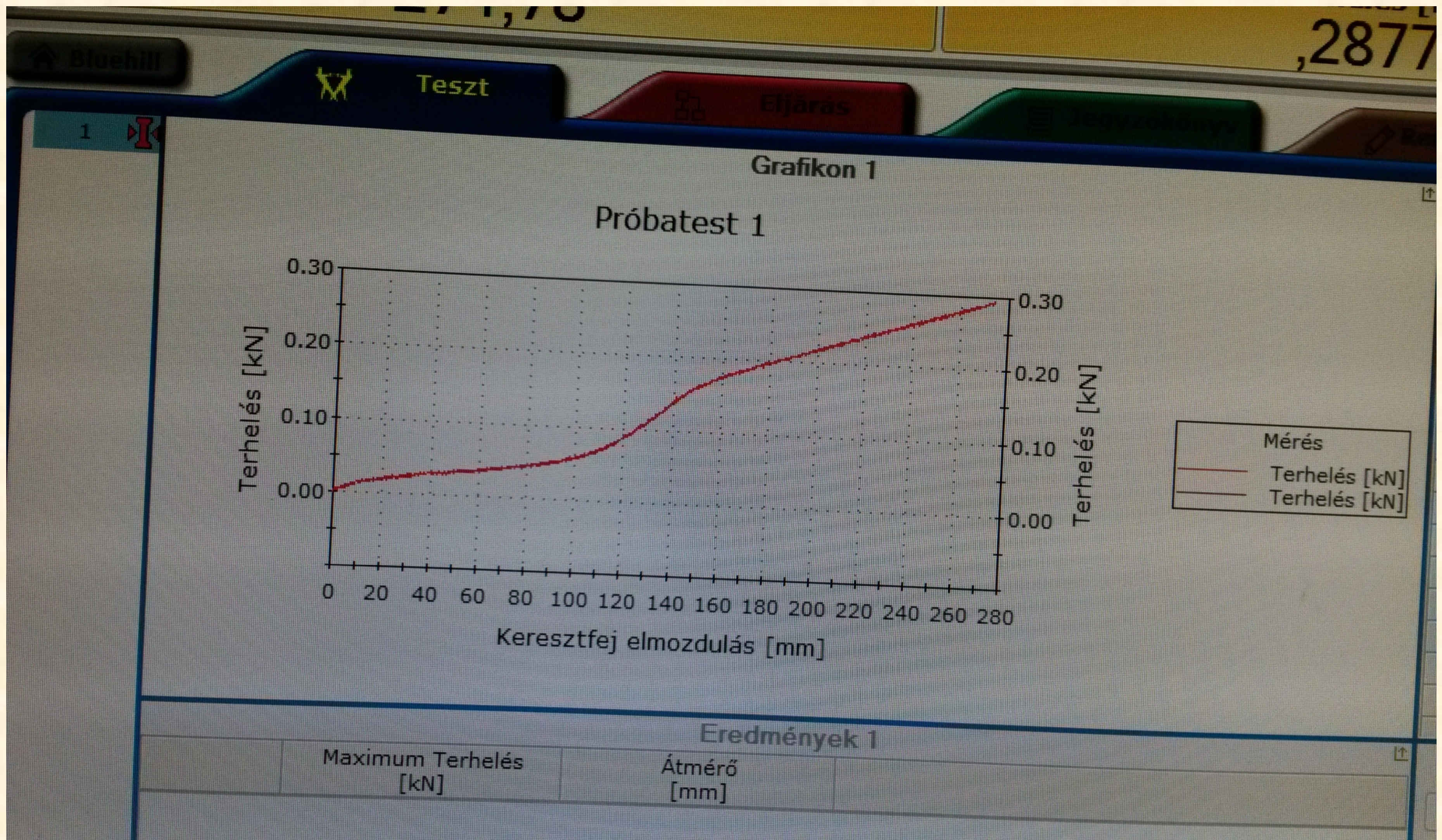
1
2
3
4

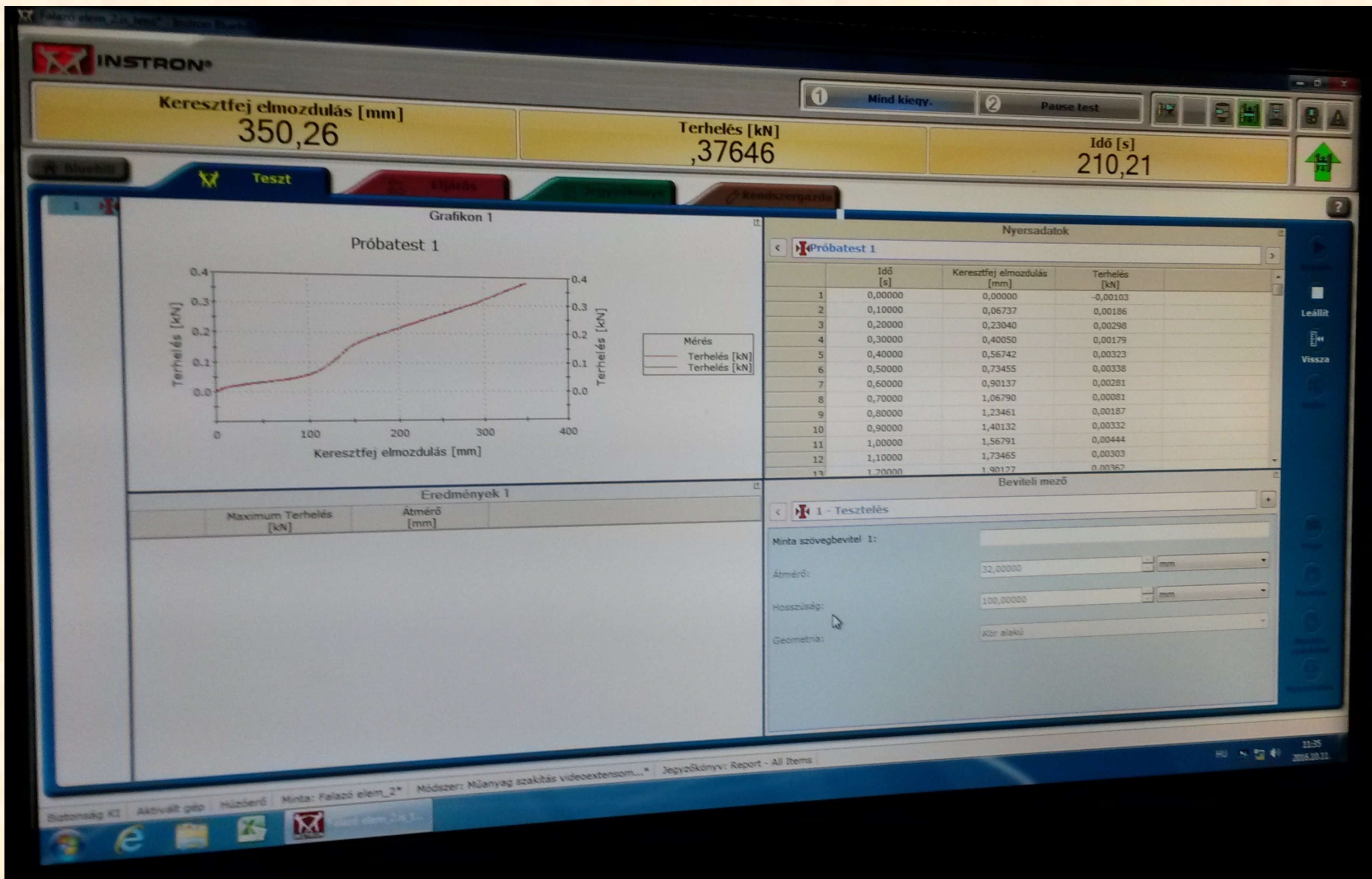
BE
PRÓBATEST VÉDELEM
JELTÁVNÁL
JELTÁV NULLÁZÁSA
TESZT FOLYAMATBAN
TESZT INDÍTÁSA
FINOM-POZICIONÁLÁS
VIZSGÁLAT LEÁLLÍTVA
TESZT MEGÁLLÍTÁSA
VISSZATÉRÉS FOLYAMATBAN
GYORSPOZÍCIONÁLÁS FEL

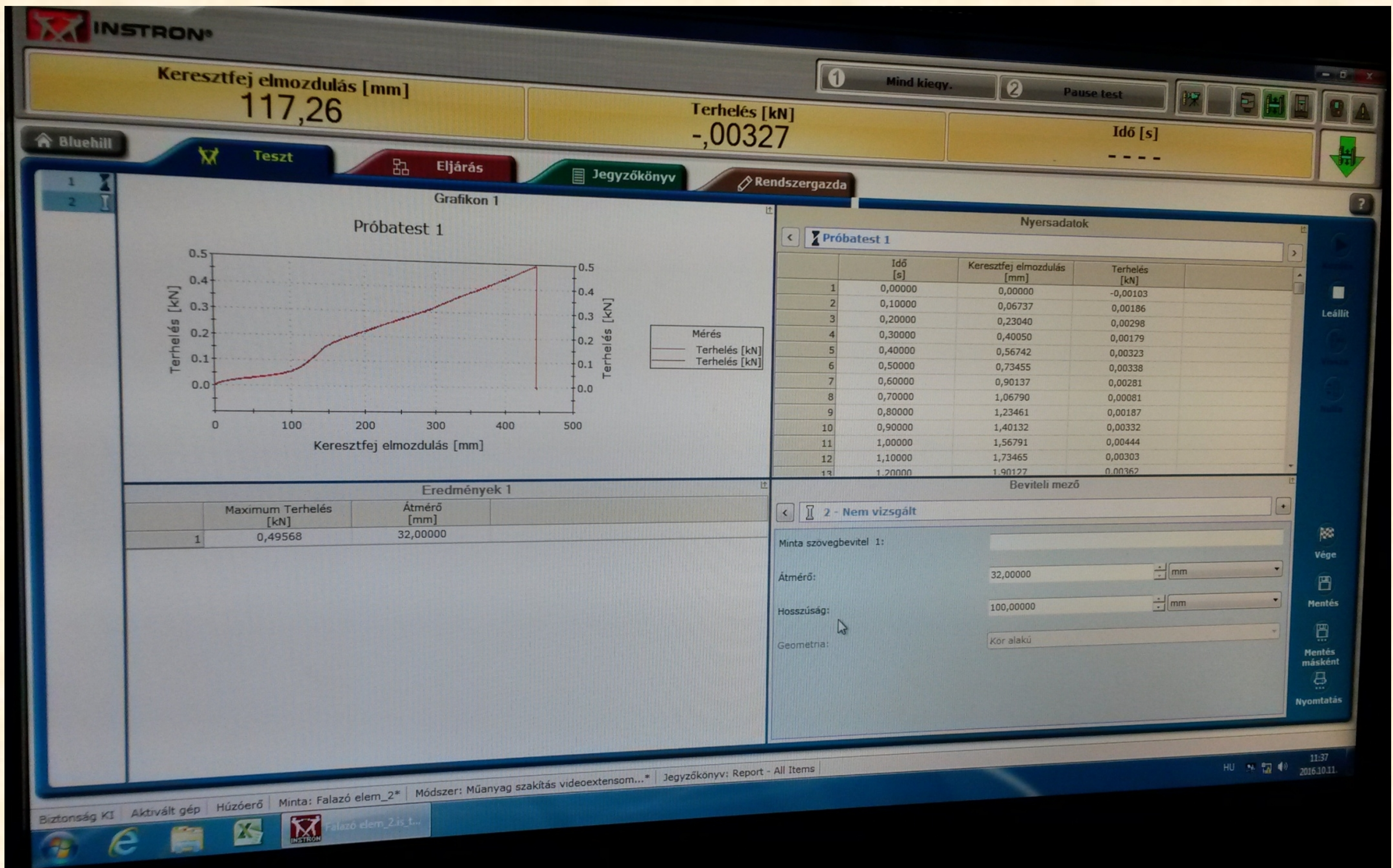
2016/10/10 9:52

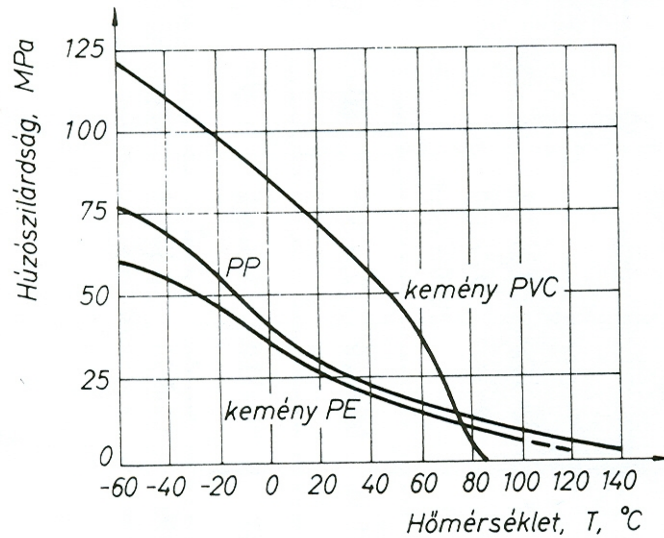
Kausay

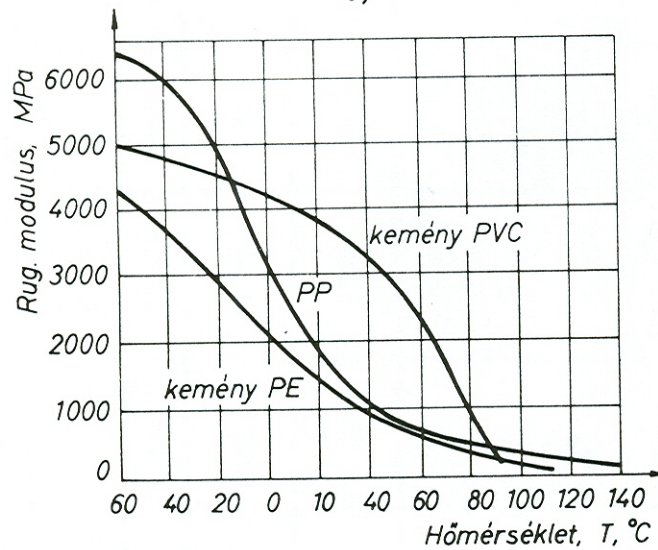



Bluehill
Teszt
Eljárás
1
Grafikon 1
Próbatest 1
Terhelés [kN]
0.30
0.20
0.10
0.00
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280
Keresztfej elmozdulás [mm]
Mérés
Terhelés [kN]
Terhelés [kN]
Eredmények 1
Maximum Terhelés [kN]
Átmérő [mm]
,2877

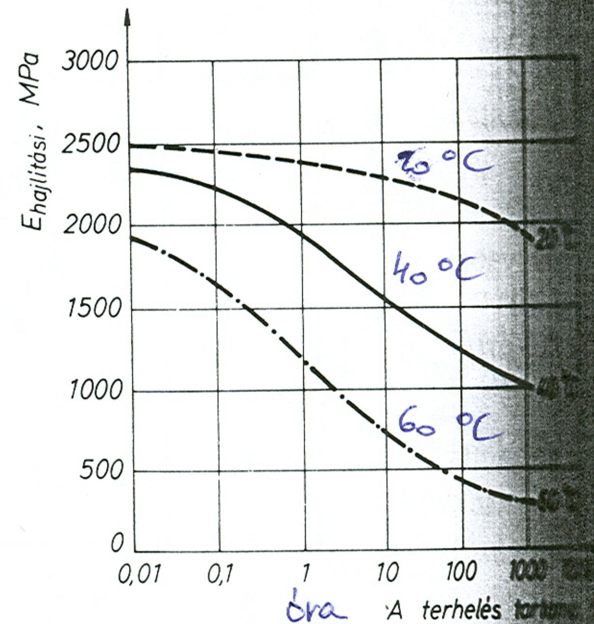

INSTRON
Mind kiegy.
Pause test
Keresztfej elmozdulás [mm]
350,26
Terhelés [kN]
,37646
Idő [s]
210,21
Teszt
Grafikon 1
Próbatest 1
Terhelés [kN]
Keresztfej elmozdulás [mm]
Mérés
Terhelés [kN]
Terhelés [kN]
Nyersadatok
Próbatest 1
Idő [s]
Keresztfej elmozdulás [mm]
Terhelés [kN]
1 0,00000 0,00000 -0,00103
2 0,10000 0,06737 0,00186
3 0,20000 0,23040 0,00298
4 0,30000 0,40050 0,00179
5 0,40000 0,56742 0,00323
6 0,50000 0,73455 0,00338
7 0,60000 0,90137 0,00281
8 0,70000 1,06790 0,00081
9 0,80000 1,23461 0,00187
10 0,90000 1,40132 0,00332
11 1,00000 1,56791 0,00444
12 1,10000 1,73465 0,00303
Leállít
Vissza
Eredmények 1
Maximum Terhelés [kN]
Átmérő [mm]
Beviteli mező
1 - Tesztelés
Minta szövegbevitel 1:
Átmérő:
Hosszúság:
Geometria:
Minta: Falazó elem_2*
Módszer: Műanyag szakítás videoextensom...*
Jegyzőkönyv: Report - All Items


INSTRON
Keresztfej elmozdulás [mm]
117,26
Terhelés [kN]
-,00327
Idő [s]
- - - -
Mind kiegy.
Pause test
Bluehill
Teszt
Eljárás
Jegyzőkönyv
Rendszergazda
Grafikon 1
Próbatest 1
Terhelés [kN]
Keresztfej elmozdulás [mm]
Mérés
Terhelés [kN]
Terhelés [kN]
Nyersadatok
Próbatest 1
Idő [s]
Keresztfej elmozdulás [mm]
Terhelés [kN]
1 0,00000 0,00000 -0,00103
2 0,10000 0,06737 0,00186
3 0,20000 0,23040 0,00298
4 0,30000 0,40050 0,00179
5 0,40000 0,56742 0,00323
6 0,50000 0,73455 0,00338
7 0,60000 0,90137 0,00281
8 0,70000 1,06790 0,00081
9 0,80000 1,23461 0,00187
10 0,90000 1,40132 0,00332
11 1,00000 1,56791 0,00444
12 1,10000 1,73465 0,00303
Leállít
Eredmények 1
Maximum Terhelés [kN]
Átmérő [mm]
1 0,49568 32,00000
Beviteli mező
2 - Nem vizsgált
Minta szövegbevitel 1:
Átmérő: 32,00000 mm
Hosszúság: 100,00000 mm
Geometria: Kor alakú
Vége
Mentés
Mentés másként
Nyomtatás
Biztonság KI
Aktivált gép
Húzóerő
Minta: Falazó elem_2*
Módszer: Műanyag szakítás videoextensom...*
Jegyzőkönyv: Report - All Items

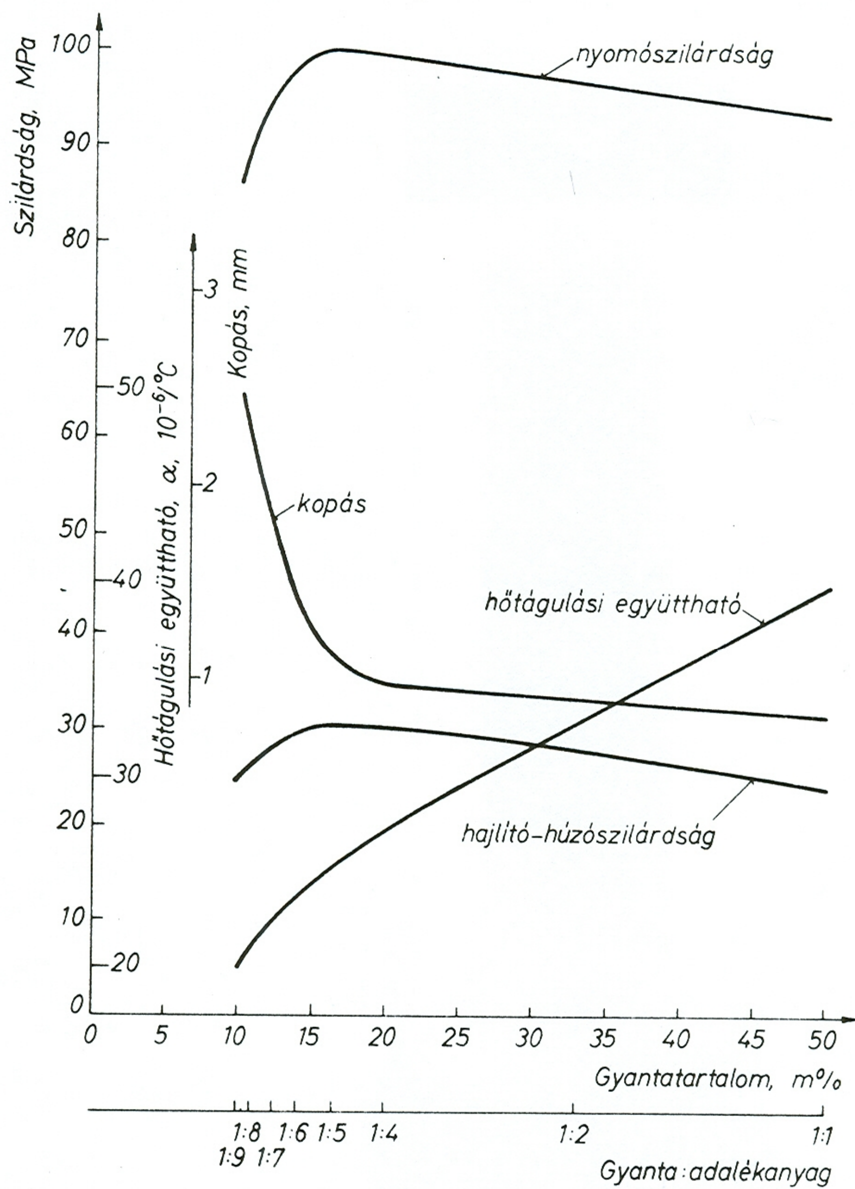




13.4. ábra.
a) Műanyagok húzószilárdsága; *b)* rugalmassági modulusa a hőmérséklet függvényében



13.5. ábra. A terhelés tartama és a hőmérséklet együttes hatása a PVC hajlítási rugalmassági modulusára



13.13. ábra. Polimerbeton tulajdonságai a gyantatartalom függvényében. Epoxigyanta + amidtípusú térhálósító

Forrás:

Palotás László - Balázs György: Mérnöki szerkezetek anyagtana. 3. kötet. Beton – Habarcs – Kerámia – Műanyag. Akadémiai kiadó. Budapest, 1980.

Balázs György: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.

4. MŰANYAGOK ÉGHETŐSÉGÉNEK (TŰZÁLLÓSÁGÁNAK) VIZSGÁLATA

Fogalmak

A műanyagok építőipari alkalmazásának egyik legnagyobb gátja fokozott tűzveszélyességük, amely általában nem is mérhető össze a hagyományos kőszerű építőanyagokéval.
A szakmai köznyelv három kategóriát különböztet meg:

a) égő, = Plexi
b) önkioltó és = zöld PVC
c) nem égő műanyagokat. polisztirolhab, kék [illegible]

Az "önkioltó" annyit jelent, hogy a külső láng elvétele után a próbatest lángja elalszik. Bizonyos kísérleti körülmények közt meggyújthatók a nem égő anyagok is, ill. tovább ég az önkioltó anyag is. Sok esetben a látható égés jelei nélkül az anyag tönkremegy (zsugorodik, szenesedik), vagy mérgező gázokat bocsájt ki, s így e fenti a-b-c módszer kevés a szerkezet veszélyességének megítéléséhez.
Az éghető műanyagoknál közölni kell a lángterjedés sebességét, aminek meghatározásához szabványos vizsgálatra van szükség.

Feladat:

Végezze el az alábbi 3-féle műanyag éghetőség vizsgálatát az MSz 10383-75 szerint! (A szabvány kivonatát megtalálja az asztalon)

önkioltó -- PVC (zöld rúd) = poli(vinil-klorid)
nem égő -- Polisztirol (Nikecell)
égő -- Plexi (PMMA) = poli(metil-metakrilát)

Vizsgálat előtt becsülje meg, melyik milyen kategóriába tartozik! Értékelje az éghetőségvizsgálat eredményét!

(Józsa, 1991.01. 11/5

13.2. táblázat

Égő anyagok veszélyességi foka

Műanyag neve	Gázfejlődés	Füstképződés	Cseppképződés
	alapján a veszélyességi foka		
PVC	fokozottan veszélyes	sötétszürke	nem csepegő
Polisztirol, poliuretán	fokozottan veszélyes	fekete	nem csepegő
Poliamid	veszélyes	világosszürke	kevésbé csepegő
Polietilén	kevésbé veszélyes	világosszürke	erősen csepegő
Üvegszállal erősített poliészter, epoxigyanta	veszélyes	fekete	nem csepegő
Fenol-formaldehid-gyanta	veszélyes	sötétszürke	nem csepegő

Forrás:

Palotás László** - **Balázs György: **Mérnöki szerkezetek anyagtana. 3. kötet. Beton – Habarcs – Kerámia – Műanyag. Akadémiai kiadó. Budapest, 1980.**

Balázs György: **Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.**




Előtető, terasz, télikert, udvar, felülvilágító, úszómedence, átjáró, folyosó, üvegház, kerékpártároló, gépkocsibeálló, fényáteresztő lefedésére, szélfogó, műhelyablak üvegezésére, zuhanyozófalnak és térelválasztásra, vagy dekorációs anyagként a könnyű, hajlítható, hőszigetelő, törhetetlen, nehezen éghető, UV védett és hosszú életű
CARBOLUX üregkamrás polikarbonát lapok
Raktárról: áttetsző, opál, bronz, kék és világoszöld színekben.
VTG =4→40 mm, standard SZÉLESSÉG=2,1 m, HOSSZ =0,5→9 m-ig.
ALUTOP szerelési tartozékok 1→9,2 m-ig.
Tömör PC lapok is - raktárról; VTG=0,75→12 mm, HOSSZ=611 cm-ig.
Árlista, beépítési segédletek és rajzok - postán is! Méretrevágás.
Szaktanácsadás a forgalmazónál: PARALEL GM
1054. Budapest V., Zoltán u. 13. III. em. Tel: 312-96-99
Megvásárolható a tartozékokkal: METALSERVICE
1106. Bp. X., Keresztúri út 39-41. Tel. 262-99-65
(volt Hung-Aluker Áruház) Nyitva: H-CS:
2016/10/10 11:16
Kausay



***Pál Károlyné – Macskásy Hugó*: „A műanyagok éghetősége” című könyv főbb fejezetei:**

Előszó

A műanyagokról

Az égés elméletének alapjai

A műanyagok éghetőségének vizsgálati módszerei

Járulékos jelenségek a műanyagok égésekor

A műanyagok tűzveszélyességének csökkentése

Műanyaghulladék megsemmisítése égetéssel

TIPUS		Lángban		
Jele	Megnevezése	Viselkedése	Színe	A füst szaga
CA	celulózacetát	hólyagképződés, erősen csöpög	gyenge, kék világítás, sárgászöld	ecetsav és égett papir
CAB	celulózacetátbutirát	hólyagképződés, erősen csöpög	sárgán világító, erősen csöpögő	avas vaj (vajsav)
PS	polisztirol (SB, SAN, ABS, CP. sztirol) kopolimerek	színtelentől sárgáig, gőzölgő	világító, erősen kormozó	tipikusan édeskés, járulékos szagokkal
PE	polietilén	olvadt, színtelen	világító, nem kormozó, kék maggal	gyenge, mint a gyertya
PP	polipropilén	olvadt, színtelen	világító, nem kormozó, kék maggal	gyenge, mint a gyertya
PVC	polivinilklorid	nem csöpögő, elszínesedik	világító, erősen kormozó, önkioldó	szúró, maró (klór leválása miatt)
PA	poliamid	olvadt, hólyagképződés, cseppképződés	kékes, világító sárga szegély	égett szaru
PMMA	polimetilmekrilát	nem csöpögő	világító, kékes, élénken és sercegve ég, nem kormoz	édes szag (ecetészter szerű)
PC	polikarbonát	elszenesedik, az égés helyén hólyagképződés	világító láng, enyhén kormozó	fenolszerű
PUR	poliuretán	olvadt, hólyagképződés, cseppképződés, szétbomlik	kékes, világító, sárga szegély	kellemetlen, szúrós
EP	poliészter	sötét elszíneződés, szétbomlás	világító, kormozó, elszínesedő	főként sztirolhoz hasonlítható
EP	epoxi	sötét elszíneződés, szétbomlás	világító, kormozó	enyhén észter, vagy aminszerű
SI	szilikon	semmi változás	erős lángban fehér korom	-

Műanyagok azonosítása lángpróbával

Forrás: http://www.sasovits.hu/cnc/irodalom/muanyag_langproba.htm

Különböző fűtőanyagok fűtőértéke

A táblázat adataiból látszik, hogy a műanyag hulladék fűtőértéke megközelíti a fűtőolaj, valamint meghaladja a kőszén fűtőértékét.

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0012_muanyagok_ujrahasznositasa/ch03.html

Fűtőanyag	Fűtőérték [MJ/kg]
Metán	53
Gázolaj	46
Fűtőolaj	43
Szén	30
Polietilén	43
Műanyag keverék	30 – 40
Települési szilárd hulladék	10

MŰANYAGOK

A műanyagok olyan mesterségesen előállított anyagok, amelyek mindig több anyag keverékéből állnak, legalább egy komponensük *polimer*. A többi összetevő: kitöltőanyag, vázanyag, öregedés gátló, feldolgozást segítő anyag, festék stb.

POLIMEREK

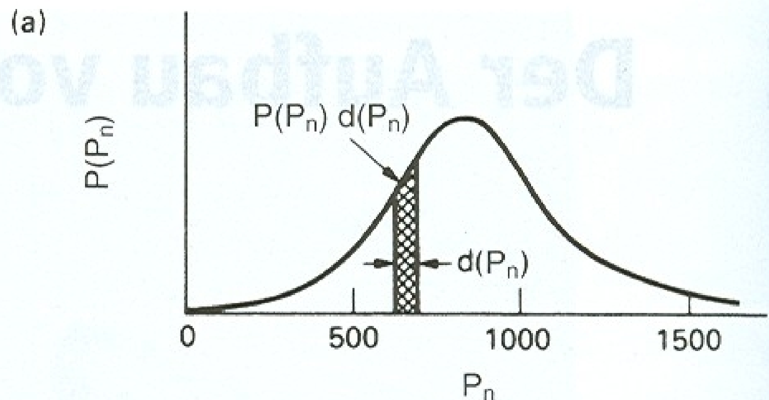
Polimerek ismétlődő egységekből, monomerekből felépülő nagyméretű molekulák, melyekben az egységeket kémiai kötések kapcsolják össze. *A polimerek elvileg végtelen sok ismétlődő egységből (monomerből) állhatnak*, szemben az oligomerekkel, amelyeket meghatározott számú (10-100) monomer alkot.

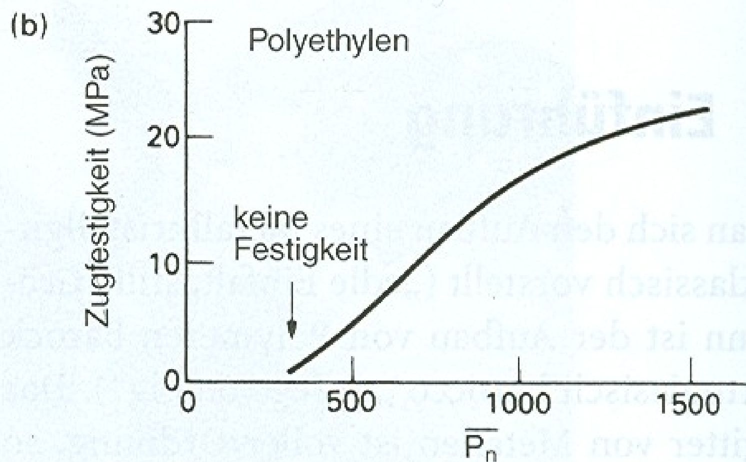
Tehát *a polimerek és az oligomerek is monomerekből állnak*.

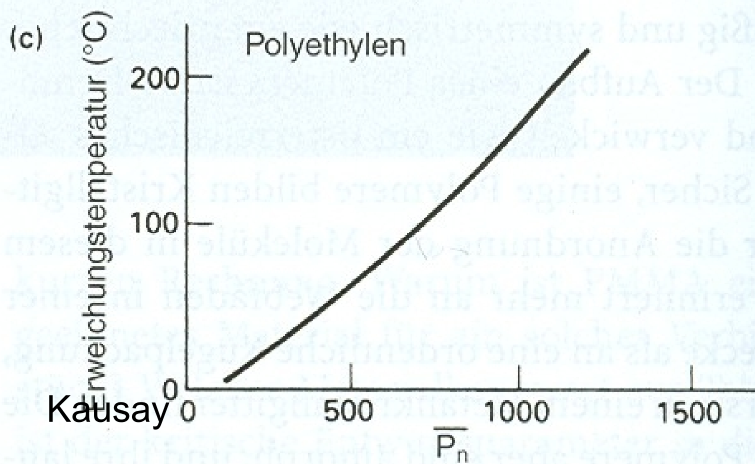
A polimerek lehetnek természetesek (cellulóz, fehérje stb.), természetes alapú mesterséges anyagok (például viszkóz), vagy a természetben elő nem forduló, mesterségesen létrehozott vegyületekből szintetizált polimerek. A polimerek önálló alakkal, térfogattal rendelkeznek. [2]

Polimerek tulajdonságai

Kunststoff	Preis (US $/t)	Dichte (t/m³)	E-Modul (20 °C, 100 s) (GPa)	Zugfestigkeit (MPa)	Risszähigkeit (20 °C) (MPa $\sqrt{m}$)	Glastemperatur T_G (K)	Erweichungstemperatur T_S (K)	Spezifische Wärmekapazität (J/kg K)	Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	Wärmeausdehnungskoeffizient (10^6/K)
	Ár	Sűrűség	Rug. mod.	Húzó-szilárds.	Szakító-szívósság	Üvegesedési hőmérs.	Lágyulási hőmérs.	Fajl. hőkapac.	Hővezetési tényező	Hőtágulási tényező
Thermoplaste										
Polyethylen niedriger Dichte (PE-LD)	780	0,91–0,94	0,15–0,24	7–17	1–2	270	355	2250	0,35	160–190
Polyethylen hoher Dichte (PE-HD)	700	0,95–0,98	0,55–1,0	20–37	2–5	300	390	2100	0,52	150–300
Polypropylen (PP)	950	0,91	1,2–1,7	50–70	3,5	253	310	1900	0,2	100–300
Polytetrafluorethylen (PTFE)	–	2,2	0,35	17–28	–	–	395	1050	0,25	70–100
Polystyrol (PS)	910	1,1	3,0–3,3	35–68	2	370	370	13050–1500	0,1–0,15	70–100
Polyvinylchlorid ohne Weichmacher (PVC)	595	1,4	2,4–3,0	40–60	2,4	350	370	–	0,15	50–70
Polymethylmethacrylat (PMMA)	1550	1,2	3,3	80–90	1	378	400	1500	0,2	54–72
Nylon	3300	1,15	2–3,5	60–110	3–5	340	350–420	1900	0,2–0,25	80–95
Harze (Duroplaste)										
Epoxidharze	1600	1,2–1,4	2,1–5,5	40–85	0,6–1,0	380	400–440	1700–2000	0,2–0,5	55–90
Polyester	1300	1,1–1,4	1,3–4,5	45–85	0,5	340	420–440	1200–2400	0,2–0,24	50–100
Phenolformaldehyd	1050	1,27	8	35–55	–	–	370–550	1500–1700	0,12–0,24	26–60
Elastomere (Gummis)										
Polyisopren	850	0,91	0,002–0,1	≈10	–	220	≈350	≈2500	≈0,15	≈600
Polybutadien	850	1,5	0,004–0,1	–	–	171	≈350	≈2500	≈0,15	≈600
Polychloropren	2050	0,94	≈0,01	–	–	200	≈350	≈2500	≈0,15	≈600
Natürliche Polymere										
Cellulosefasern		1,5	25–40	≈1000		–		–		–
Lignin		1,4	2,0	–		–		–		–
Protein		1,2–1,4	–	–	–	–	–	–	–	–







A lineáris (alakú) polimerek a legkülönbözőbb hosszúságú láncokból állnak.

Jellemzőjük a P_n „polimerizációs fok” (a molekulában lévő monomerek száma).

Adott P_n polimerizációs fok valószínűségi gyakorisága: $P(P_n)$, (*a. ábra*).

A lineáris polimerek számos tulajdonsága, így például a húzószilárdság (*b. ábra*), a lágyulási hőmérséklet (*c. ábra*) a polimerizációs fok átlagának $\left(\overline{P}_n\right)$ képezi függvényét.

POLIMERIZÁCIÓS FOK

Ha két vagy három monomer összekapcsolódik, az már egy polimer. De ahhoz, hogy értékes mechanikai tulajdonságokkal rendelkező szilárd anyagot kapjunk, sokkal hosszabb, legalább 500 monomer hosszú láncokra van szükség. Ezeket a rövid polimerektől megkülönböztetve, „hosszú polimereknek" nevezzük.

A polimer láncok hosszúsága (és ezzel molekula súlya) a polimer felépítésének fontos jellemzője. A molekulában lévő monomerek számát polimerizációs foknak (P_n) nevezzük.

A kereskedelmi forgalomban lévő polimerek polimerizációs foka:

$$10^3 \leq P_n \leq 10^5$$

A polimer molekulasúlyát (szabatosan fogalmazva *molekulatömegét*) a P_n polimerizációs fokból és a monomer molekulasúlyából könnyen ki lehet számítani. Például az etilén monomer (C_2H_4) molekulasúlya 28. Ha a polietilén polimerizációs foka például 10^4, akkor a polietilén molekula átlagos molekulasúlya: $28 \cdot 10^4 = 280\ 000$.

A polimerek polimerizációs foka a $P(P_n)$ valószínűségi gyakoriság szerint pontról pontra változik, ezért csak a *polimerizációs fok átlag értékéről* $\left(\overline{P_n}\right)$ beszélhetünk:

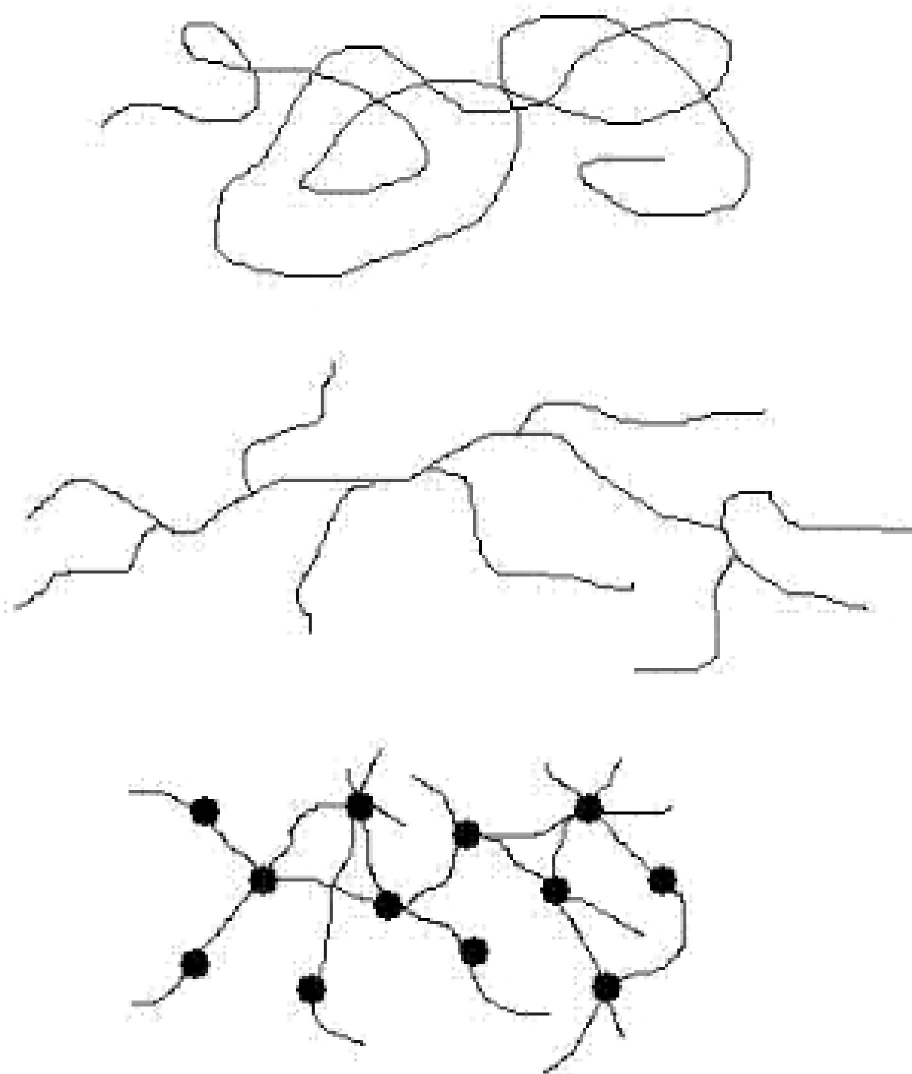
$$\overline{P_n} = \int_0^\infty P_n \cdot P\left(P_n\right) \cdot d\left(P_n\right)$$

Ha a polimerizációs fok átlaga: $\left(\overline{P_n}\right) < 300$, akkor a polimernek nincs szilárdsága, mert a rövid molekulák egymás mellett elcsúszhatnak. A polimerizációs fok átlag értékének növekedésével növekszik a szilárdság és a viszkozitás is.

A viszkozitás fogalmáról itt lehet olvasni: http://www.betonopus.hu/notesz/kutyanyelv/viszkozitas.pdf) vagy itt:
http://www.betonopus.hu/szakmernoki/173-viszkozitas.pdf

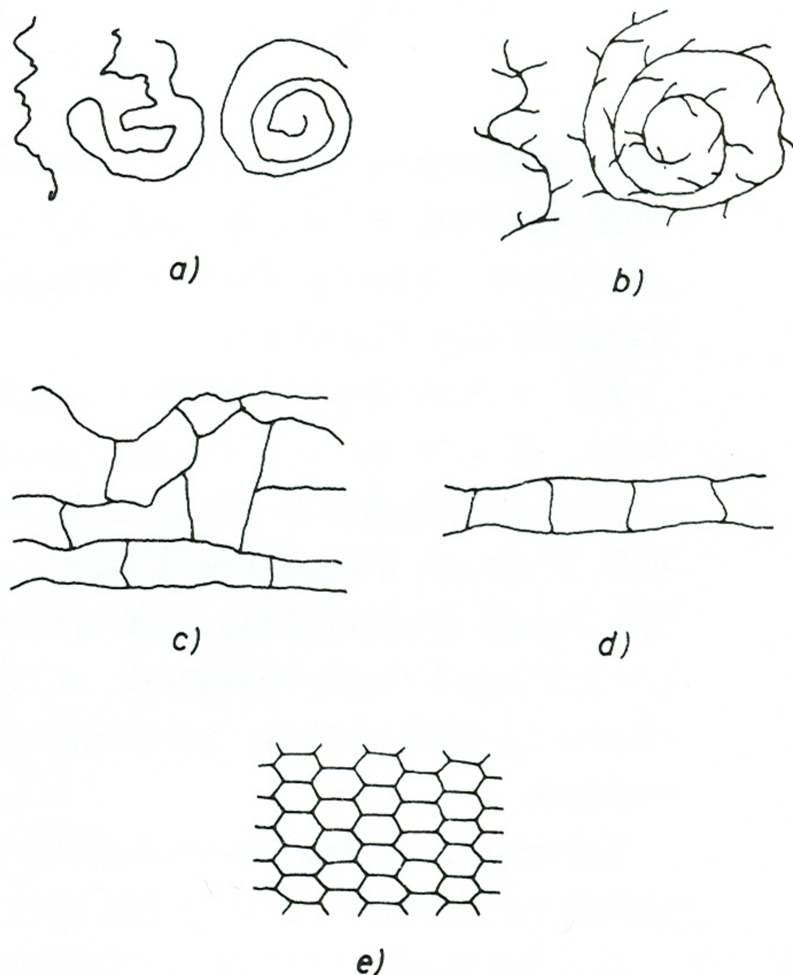
Például $\left(\overline{P_n}\right) > 10^3$ átlagos polimerizációs fok esetén a polietilén már alig munkálható meg.

Meg kell jegyezni, hogy polietilén is sok féle van, tulajdonságait egyebek mellett a polimer hossza vagy az átlagos polimerizációs fok határozza meg.

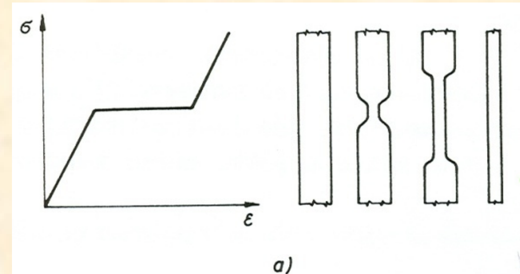


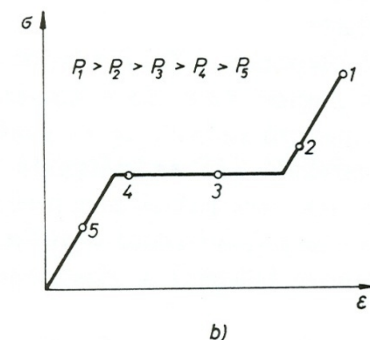
Forrás: http://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2009/mezey_p.pdf

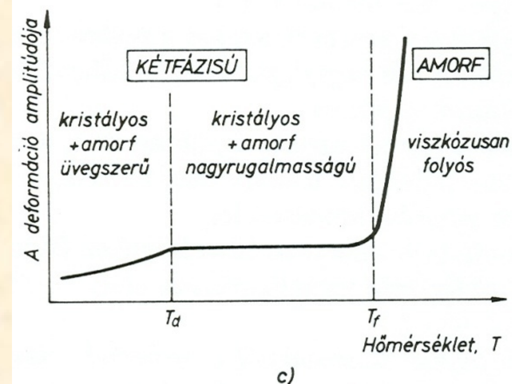
Lineáris (felül), elágazásos (középen), térhálós (alul) szerkezetű polimer



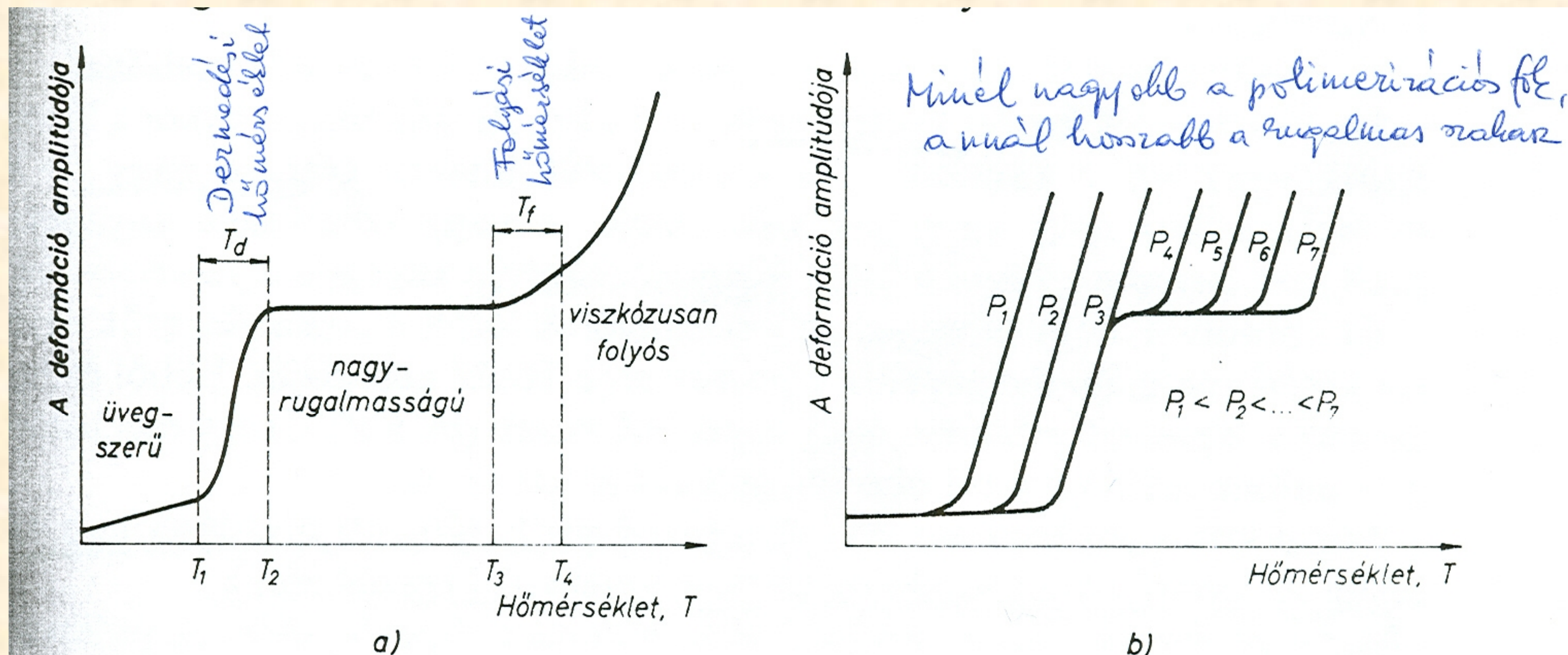
1.7. ábra. Polimermolekulák csoportosítása alakjuk szerint
a) lineáris fonalmolekula; *b)* elágazó fonalmolekula; *c)* térhálós molekula; *d)* létra szerkezetű molekula; *e)* parketta szerkezetű molekula







1.9. ábra. Kristályos polimerek
a) kristályos polimerek σ–ε diagramja húzás hatására; *b)* a polimerizációfok hatása a σ–ε görbére; *c)* termomechanikai görbe

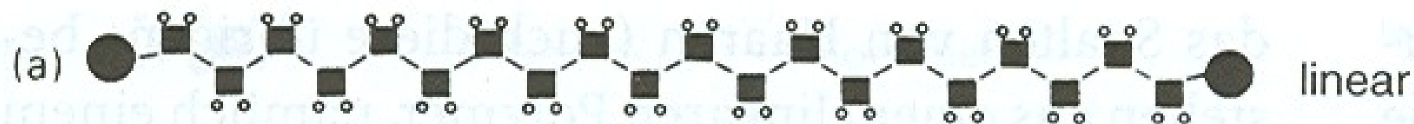


1.8. ábra.
a) Amorf polimer termomechanikai görbéje; *b)* a polimerizációfok hatása a termomechanikai **görbére**

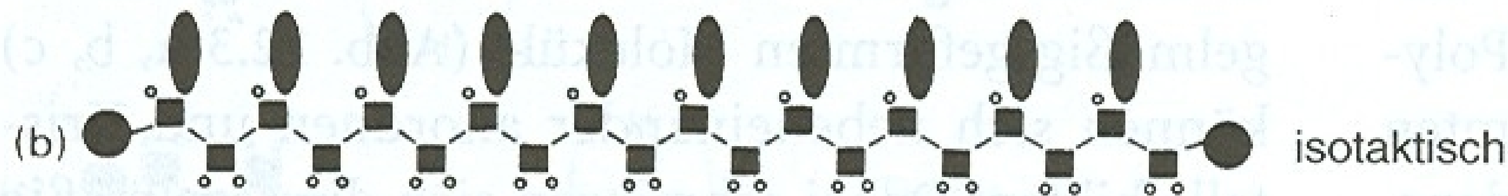
Forrás:

***Palotás László* - *Balázs György*: Mérnöki szerkezetek anyagtana. 3. kötet. Beton – Habarcs – Kerámia – Műanyag. Akadémiai kiadó. Budapest, 1980.**

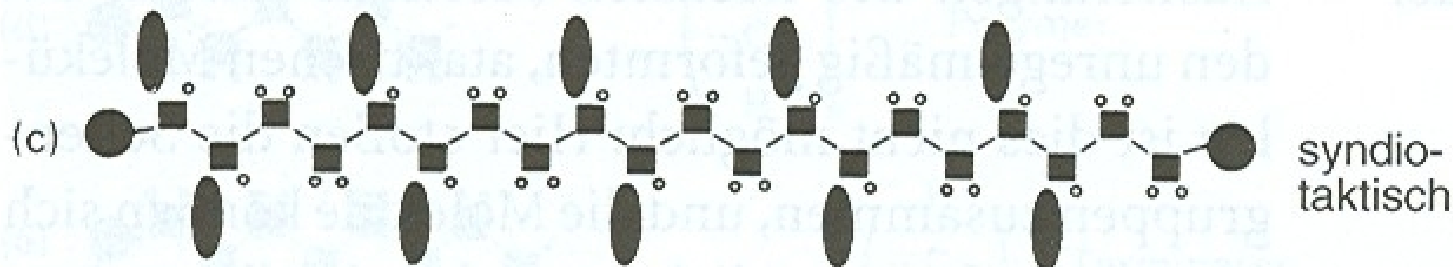
***Balázs György*: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.**



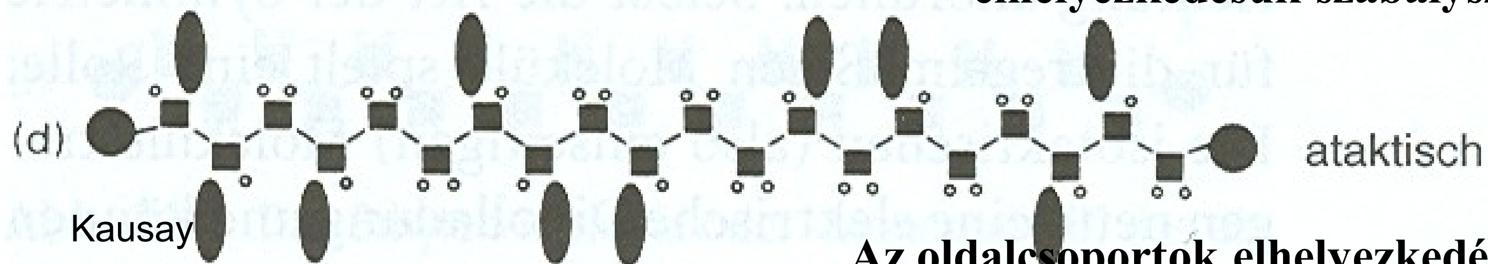
Lineáris polietilén lánc



Az oldalcsoportok egy oldalon helyezkednek el



Az oldalcsoportok nem egy oldalon helyezkednek el, elhelyezkedésük szabályszerűen változik



Az oldalcsoportok elhelyezkedése szabálytalan

Természetes polimerek

Az elasztomerek (gumik) között felsorolt és *természetes kaucsuknak* is nevezett polisopren is természetes polimer.

A természetes polimerek csoportjába tartozik a cellulóz és a lignin is. Ezek a fa és a szalma, a protein, mint a gyapjú és selyem fő alkotórészei.

Cellulózt használunk hihetetlen mennyiségben papír alakjában, vagy salétromsavas kezeléssel celluloiddá vagy cellofánná átalakítva.

A fa és a szalma feldolgozásából visszamaradó ligninből ez idő szerint nem lehet további használatra alkalmas polimert előállítani. Ha ez lehetséges lenne, akkor a polimereknek egy egészen új csoportja állna elő.

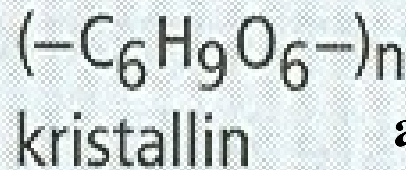
A természetes polimerek felépítése nem túlzottan bonyolult. [2]

A legtöbb beton-képlékenyítő adalékszer bázisa a *lignin-szulfonsav sója* (modifikált természetes polimer), vagy más polimer-féleség, például akril-fenol-glikol-éter.
A lignin-szulfonát bázisú adalékszereket először 1930-ban alkalmazták, víz-csökkentő hatása 5-10 tömeg%. Ez volt az első képlékenyítő adalékszer. Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/49-50-adalekszerek.pdf

Tipikus természetes polimerek [2]

Előfordulás:

Cellulose



Kristályos

A cellulóz a növényi szervezet alapvető vázszerkezetét képezi, a cellafalak legfőbb összetevője.

Lignin

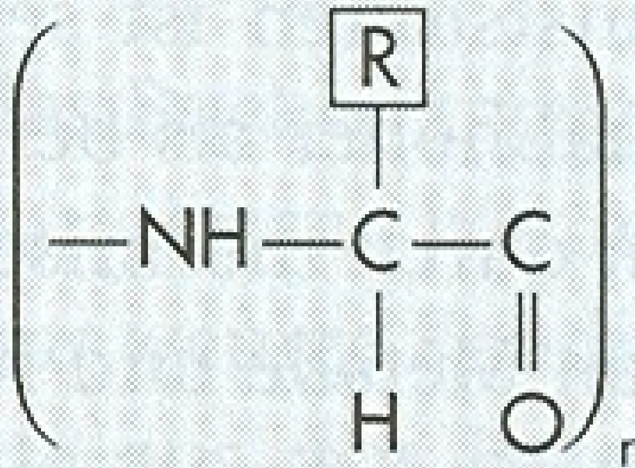
amorph

Amorf

A lignin is a növényi cellafalak fő alkotórésze

Protein

Részben kristályos; Az R csoport egy gyök



Zselatin, gyapjú, selyem

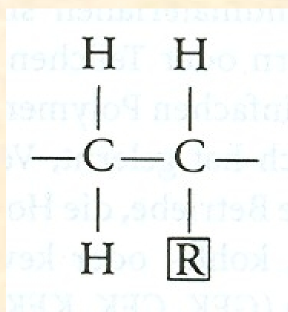
teilweise kristallin; R ist ein Radikal

Kausay

TERMOPLASZTOK, azaz hőre lágyuló polimerek

A termoplasztok *lineáris alakú polimerek*, azaz *a molekula láncok nem képeznek térhálót*, bár alkalomadtán képesek elágazni. Ez a magyarázata annak, hogy a termoplasztok hő hatására meglágyulnak: a molekulákat összekötő másodlagos kötések megolvadnak. A termoplasztok felmelegítve formázhatók, lehűtve formájukat megtartják. Számos változatuk ismert, egyesek amorfak (például polisztirol), mások kristályosak (például polietilén). Változatos felépítésük folytán nincs határozott olvadáspontjuk, hanem csak olvadás tartományuk.

A termoplasztokat a monomerek hosszú lánccá (polimerré) fűzésével állítják elő, ez a folyamat a polimerizálás. A legtöbb termoplasztot a következő monomerből épül fel, amely a láncban sokszor ismétlődik:



Az R oldalcsoport lehet például egy egyszerű hidrogén atom (pl. polietilén), de lehet egy CH_3 metil csoport (pl. polipropilén), vagy egy klór atom (pl. polivinil-klorid). Vannak bonyolultabb felépítésű termoplasztok is (pl. nylon).

A termoplasztokhoz tartozik a poliakril-nitril (PAN, pl. Orlon, Dralon, Dolanit→) és a polietilén-tereftalat (PET, pl. Dacron, Mylar) is, amelyekből szálak és fóliák készülnek. [2]

A Hoechst AG. által kifejlesztett, és a *Dolan GmbH.* (Kelheim) által gyártott ***Dolanit* típusú poliakril-nitril (PAN) szál** vese alakú keresztmetszeténél fogva jól köt a cementkőhöz; az alkáliáknak, savaknak, kloridoknak, UV-sugárzásnak ellenáll; húzószilárdsága a textil akril-szálak húzószilárdságánál sokkal nagyobb, és vetekszik a betonacél húzószilárdságával (mintegy 600 N/mm^2). Rugalmassági modulusa 16000-19000 N/mm^2, ami közel jár a cementkő rugalmassági modulusához (a víz-cement tényezőtől függően mintegy 20000 N/mm^2 körüli érték, a polipropilén-szál rugalmassági modulusa mintegy 12000 N/mm^2). Szakadási nyúlása mintegy 10%-kal meghaladja az acél- vagy üveg-szál szakadási nyúlását (2-4%).

A Dolanit poliakril-nitril szálat 1989-ben a debreceni Dorr-típusú szennyvíz előülepítő medencék javítása során az úszóiszap körben járó kotróhídja futópályaburkolatának betonjába kevertük, és azzal jó tapasztalatokat szereztünk.

A *„Dolanit® Type 18”* típusú szálat ma 4,6-8,0 mm hosszban, 1,9-6,7 dtex közötti (1 dtex = 1 gramm/10000 m) finomsággal gyártják. **Betonhoz** általában a 8,0 mm hosszú szálakat célszerű alkalmazni.

Hőre lágyuló polimerek (termoplasztok) előállítási módja

Polikondenzáció

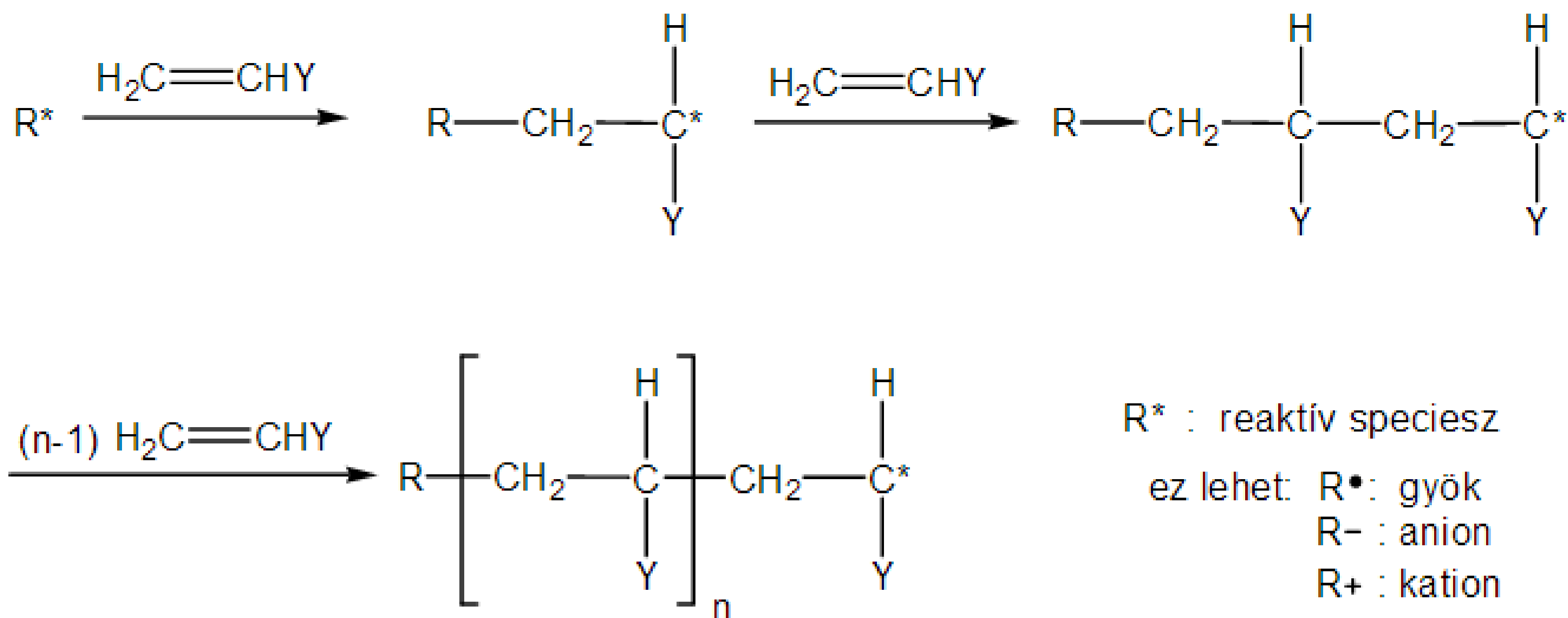
Kondenzációs folyamat közben keletkeznek, ami azt jelenti, hogy a monomerek makromulekulává alakulása során *melléktermék, jobbára víz keletkezik*. Ilyen műanyag például a PET, a polikarbonát, a nylon, a poliamidok, a bakelit. A fenolból vagy fenol-származékokból és formaldehidből polikondenzációval létrehozott műanyagokat fenolplasztoknak nevezik. Némely ragasztó például fenolplaszt alapú.

Láncpolimerizáció

A polimerizáció során a monomerek *melléktermék keletkezése nélkül* egyesülnek óriásmolekulává. A folyamatot gyorsítani is lehet, a fény, a koncentráció növelése, hőmérséklet vagy a nyomás változtatásával. Az egyik legleterjedtebb polimerizációs műanyag a polietilén, de ilyen eljárással készül például a polipropilén, a PVC, a PTFE vagy a polisztirol is.

A láncpolimerizáció az aktív centrumok jellege szerint további négy csoportra osztható:

- **gyökös** (A reakciót labilis paramágneses gyök vagy atom indítja.),
- **kationos** (A láncnövekedési reakciót az iniciátor (pl. protont szolgáltató sav, bór-trifluorid, alumínium-klorid stb.) hatására keletkezett **karbokation** indítja el, és ennek a karbokationnak a szénlánca növekedik a pozitív töltés lépésenkénti átrendeződésével mindaddig, míg be nem következik valamilyen lánczáró lépés.),
- **anionos** (A láncnövekedési reakciót az iniciátor hatására keletkezett **karbanion** indítja el, és ennek a karbanionnak a szénlánca növekedik.),
- **koordinatív vagy sztereospecifikus** (A monomer és a katalizátor között koordinációs, π-kötés (sík szimmetrikus) alakul ki, ezért ezt az eljárást koordinációs polimerizációnak is nevezik.).



2. ábra A láncpolimerizáció általános sémája

Forrás: http://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2009/mezey_p.pdf

Legfontosabb hőre lágyuló polimerek (termoplasztok)

Polietilén (PE) sátorfólia, szatyor, palack, elektromos vezetők szigetelésére, vízvezeték, hordók, csövek, vezetékek, háztartási eszközök készitésére.

Polipropilén (PP) élelmiszeripari csomagolás, háztartási eszközök, járműalkatrész (például lökhárító), kötelek, húrok, szőnyegek, ragasztószalagok, tartályok, csomagolófóliák háztartási eszközök készitése.

Polisztirol (PS) csomagoló anyag, élelmiszer csomagolás, eldobható pohár, tányér, evőeszköz, CD és DVD tartók, porózus anyagok (szivacsok), expandált sztirol (hőszigetelő és zárt pórusú lépéshanggátló) és csomagolóanyagok gyártására. Lásd még: *„polisztirolgyöngy könnyűbeton”*.

Ütésálló polisztirol (HIPS) mélyhűtőzacskó, csomagoló anyag, eldobható pohár.

Akrilnitril butadién sztirol (ABS) elektronikai eszközök borítása (például monitor, nyomtató, billentyűzet).

Poli(etilén-tereftalát) (PET) üdítős palack, fólia, mikrohullámtűrő csomagolás.

Poliamid (PA) szál gyártás, csapágygyolyó, horgászzzsinór, autóipari borítások.

Poli(Vinil-Klorid) (PVC) csőgyártás, kábelborítás, zuhanyfüggöny, ablakkeret, padlóburkoló, fóliák(viaszosvászon, linóleum), cipők és táskák készítésére felhasznált műbőr, elektronikai készülékek alkotórészei, játékok, szigetelők gyártására használt polimer.

Poliuretán (PU) nyitott pórusú hangelnyelőhab, tűzvédelmi hab, autóipar.

Polikarbonát (PC) CD, napszemüveg, pajzsok, biztonsági üveg, jelzőlámpa, lencsék.

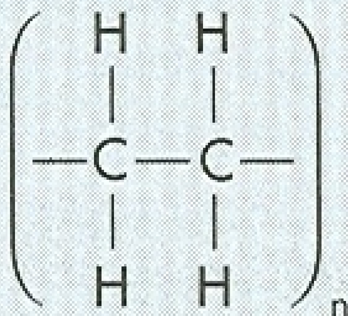
Polivinilidén-klorid (PVDC) csomagolóipar (gyógyszer és élelmiszer), folpak.
Poli(tetrafluoroetilén) (PTFE) korrozív folyadékok edényei, tartályai készítésére és legjobban ismeretesen sütő felületek ragadás-mentesítésére.

Poli(metil-metakrilát) (PMMA) üveg helyettesítésére.

Bakelit Lásd néhány diaképpel hátrább.

Tipikus termoplasztok (1)

Polyethylen (PE)



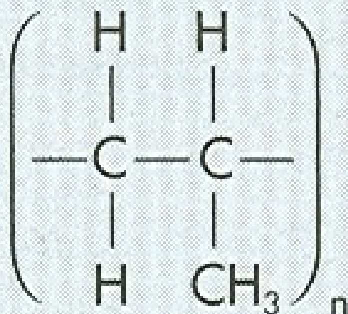
részben kristályos

teilweise kristallin

Alkalmazási terület:

Csövek, fóliák, palackok, poharak, elektromos szigetelők, csomagoló anyagok

Polypropylen (PP)



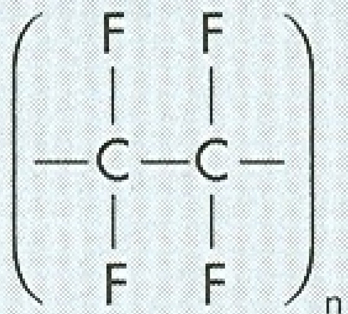
részben kristályos

teilweise kristallin

Ugyanaz mint a polietilén esetén, de könnyebb, merevebb és fényállóbb

BETONBA ERŐSÍTŐ SZÁLAK

Polytetrafluorethylen (PTFE)



részben kristályos

teilweise kristallin

Teflon, hőálló műanyag jó dörzsállósággal és tapadóképességgel.
Konyha edények, tárolók, szigetelések anyaga

(a) $CH_2=CH_2$ Monomer

(b) $(-CH_2-)_2$ aktiviertes Monomer

(c) $(-CH_2-)_4$ Dimer

(d) $(-CH_2-)_6$ Polymer

(e) $(-CH_2-)_8$ Terminator

(f)

Etilén szerkezete

Polimerizálásra előkészített, aktivált monomer

Dimer = Két összekapcsolódott monomerből álló molekula.

Etilén-polimer = polietilén

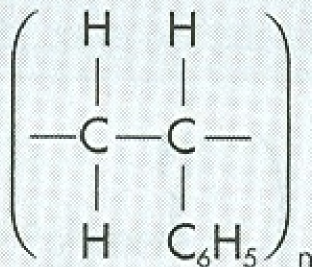
A lánc végét „terminátor” zárja le, a példa esetén egy –OH csoport.

Tipikus termoplasztok (2)

Alkalmazási terület:

Polystyrol (PS)

amorf



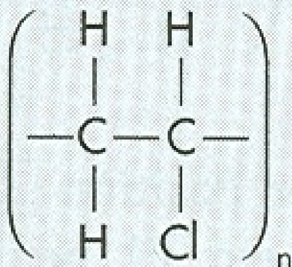
amorph

Olcsó termékek, butadiénnel erősítve: ütésálló polisztirol (HIPS), CO_2-vel habosítva csomagoló vagy szigetelő anyag (pl. Styropor)

Polisztirol gyöngy: Hőszigetelő könnyűbeton adalékanyaga

Polyvinylchlorid (PVC)

amorf

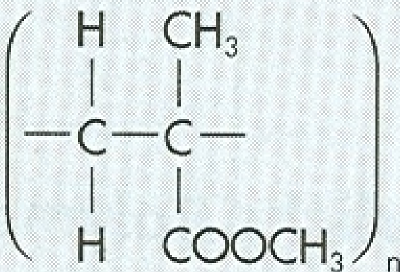


amorph

Építési célú alkalmazás (pl. ablakkeret stb.), lágyítva műbőrként tömlők és ruházat céljára

Polymethylamethacrylat (PMMA)

amorf



amorph

Plexi üveg,
átlátszó lemezek és sajtolt idom,
repülőgép ablak,
laminált többrétegű szélvédő gépkocsiba

Nylon 66

$(-C_6H_{11}NO-)_n$

im gestreckten Zustand teilweise kristallin

nyújtott állapotban részben kristályos

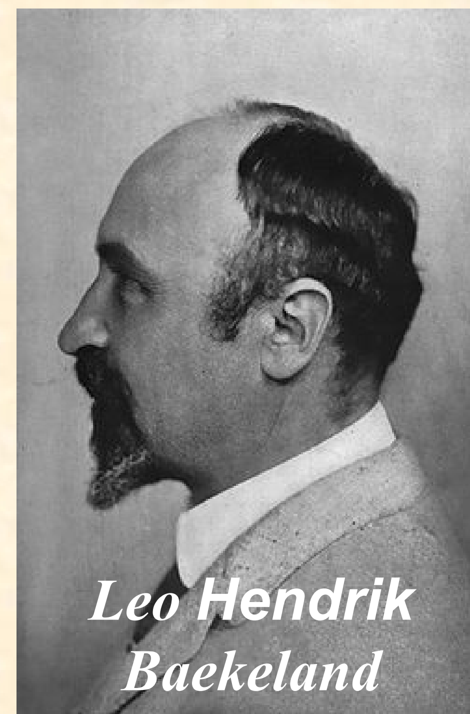
Textil, kötél, sajtolt idom

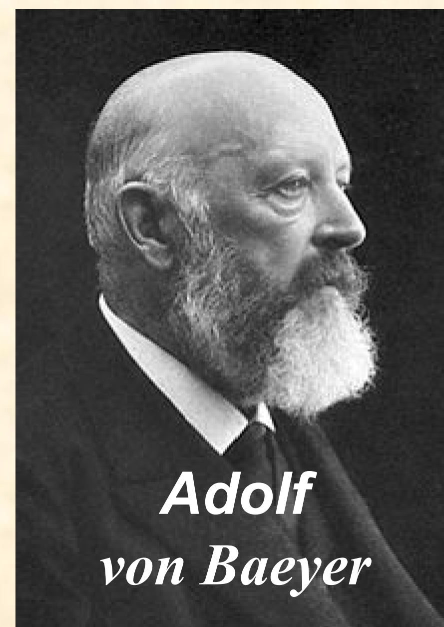
A bakelit a legrégebben használt valódi szintetikus (mesterségesen előállított) hőre lágyuló műgyanta (fenolformaldehid).

A bakelitet
Leo Hendrik Baekeland **(1863–1944)**
flamand vegyész 1907. július 13-án
szabadalmaztatta,
és saját magáról nevezte el.

Az igazsághoz tartozik, hogy a bakelitet
tulajdonképpen
Johann Friedrich Wilhelm
Adolf von Baeyer **(1835 – 1917)**
német vegyész találta fel 1872-ben,
de találmánya a következő években
feledésbe ment. *Adolf von Baeyer* 1905-
ben kémiai Nobel-díjban részesült.
[2]

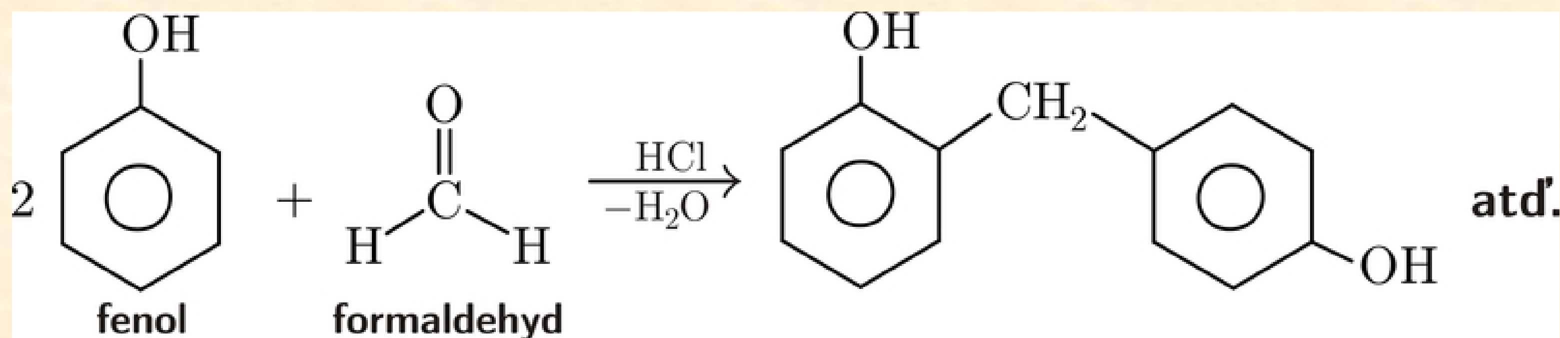
Kausay





A **bakelit** polikondenzációs, hőre lágyuló polimerek csoportjába tartozik.

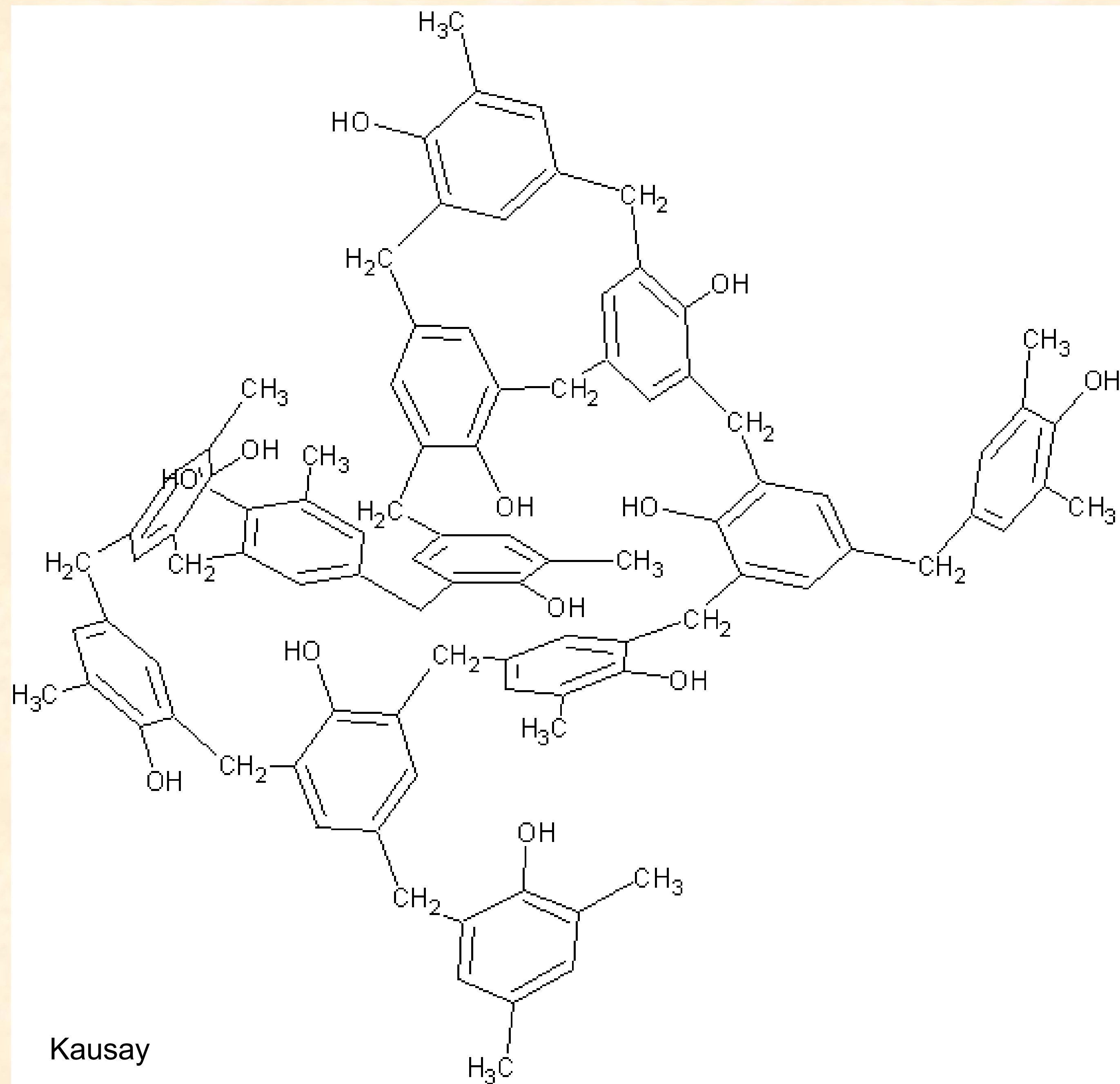
A fenol és a formaldehid között végbemenő kondenzációs reakció hosszú láncokat képez, amely hevítve megolvad, majd formába sajtolva térhálós szerkezet alakul ki.



Bakelit képlete

A polikondenzációval létrejövő anyagokat gyűjtő néven **fenoplasztoknak** nevezik. A bakelit volt az első polikondenzációval előállított heteroláncú mesterséges polimer. Kedvező fizikai tulajdonságai miatt főleg az elektronikai és elektromos ipar használja jó szigetelő képessége miatt. Az első bakelitből készült termék egy textilipari orsó volt.

A belőle készülő tárgyak mechanikai tulajdonságait a gyantába ágyazott szálas, rostos töltőanyagokkal szokták javítani. (Papírbakelit, textilbakelit.) [2]



A bakelit szerkezete [2]

Érdekesség

A hőre keményedő bakelitből soha sem készítettek hanglemezt, mert a rideg, törékeny bakelitbe nem lehet préselni semmit. Az 1920-as években elterjedt, magas, például 78/perc fordulatszámmal lejátszandó gramofonlemezeket először cinklemezből, keménygumiból és *sellakból* – ami egy trópusi vidéken élő levéltetű, a *Laccifer lacca* vöröses színű, sűrűn folyó elgyantásodott váladéka – készítették.

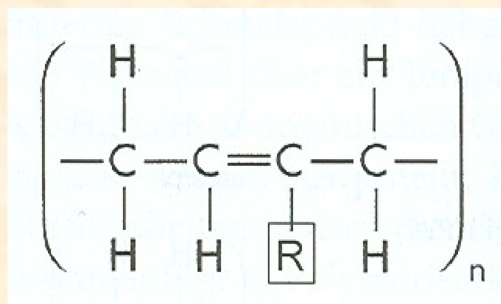
A későbbi, elektromos erősítésű lemezjátszók normál, majd mikrobarázdás hanglemezei pedig a hőre lágyuló poli-vinilklorid és a poli-vinilacetát kopolimerjéből, acetilcellulóz-polivinilkloridból készültek, aminek a márkaneve *Vinyl*.

Magyarországon a CD hanghordozók megjelenése után kezdték „bakelit”-nek nevezni a régi hanglemezeket a *magyar műszaki és zenei szlengben*. A *téves szóhasználat* okozója, hogy a vinyl hanglemezek anyaga is fekete és viszonylag kemény, hasonlóan a telefonkészülékek, fogantyúk anyagaként régen jól ismert bakelithez. (A bakelitet többféle színben gyártották, de a fekete volt a legelterjedtebb.) [2]

ELASZTOMEREK VAGY GUMIK

Az elasztomerek vagy gumik lényegében lineáris alakú polimerek, amelyek csak helyenként térhálósodnak, amely térhálóban a másodlagos kötések már szobahőmérsékleten megolvadt állapotban vannak. A térháló csomópontjai az elasztomerek ún. „emlékezőpontjai”, amelyeknek köszönhetően tehermentesítés után az anyag megint az eredeti alakját veszi fel.

A gyakorlatban elterjedt gumik a következő molekulából épülnek fel



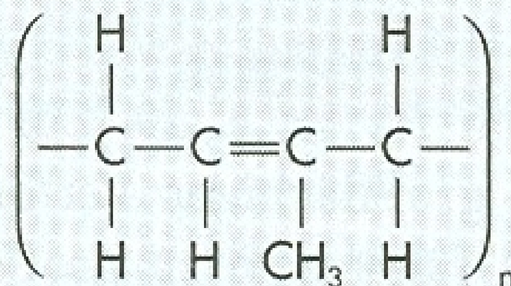
A képletben az *R* oldalcsoport egy hidrogén atom (H), vagy egy CH_3 metil csoport, vagy egy klór atom (Cl) lehet. [2]

Tipikus elasztomerek (gumik) [2]

Alkalmazási terület:

Valamennyi amorf, ha nincs erős alakváltozás

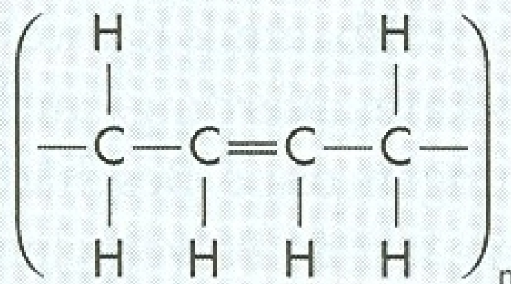
Polyisopren



amorph, außer bei starker Verformung

Természetes kaucsuk

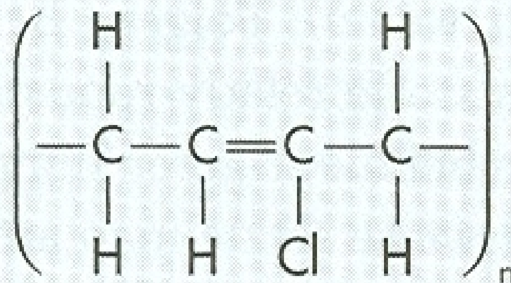
Polybutadien



amorph, außer bei starker Verformung

Mesterséges (szintetikus) gumik, autóabroncsok

Polychloropren



amorph, außer bei starker Verformung

Neoprén (védőruha), egyéb védőruhák, olajálló gumi tömítések céljára,

13.1. táblázat

Erősítetlen hőre lágyuló műanyagok tulajdonságai

Gyanta neve	Jele	ϱ g/cm^3	$R_{t,t}$ MPa	R_c MPa	$R_{t,f}$ MPa	E $\cdot 10^3$ MPa	Alkalmazható °C-ig	α $\cdot 10^{-6}$/°C	λ W/(m · K)	Fényáteresztés	Kapcsolás
Polietilén, nagysűrűségű	PE	0,95	20–30	28–36	30–70	0,5–1,1	110	100–200	0,42–048	különböző	hegesztés
Polipropilén	PP	0,91	30–35	110	40–43	1,1–1,5	100	160–200	0,22	különböző	hegesztés
Poliizobutilén	PIB	0,93	2–6	–	20	0,5–0,9	100	150–200	0,11	nincs	ragasztás
Poli(vinil-klorid)	PVC										
kemény,		1,38	40–60	60–90	80–120	2,0–3,0	60	80–100	0,16	különböző	ragasztás
ütésálló,		1,35	25–60	60	20–70	1,5–2,5	–	–	–		és
lágy,		1,2–1,5	5–20	6–12	–	0,003–0,04	60	150–200	0,15	különböző	hegesztés
Polisztirol, normál	PS	1,05	45–50	100–150	85–110	2,0–3,5	60–70	80–110	0,16–0,17	átlátszótól áttetszőig	ragasztás
Poli(metil-metakrilát)	PMMA	1,18	80	130	90–110	3,0–4,5	100	70–80	0,19	átlátszó	ragasztás
Poliamid	PA	1,12–1,15	40–55	50–90	55–100	1,3–1,5	100–120	70–110	0,21–0,29	áttetsző	hegesztés

Forrás:

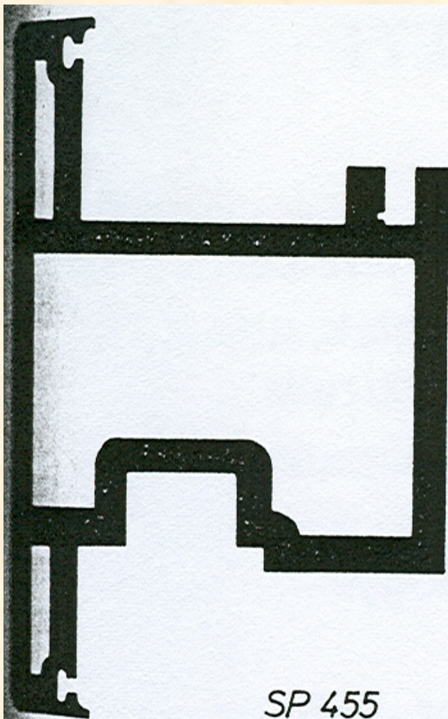
***Palotás László - Balázs György*: Mérnöki szerkezetek anyagtana. 3. kötet. Beton – Habarcs – Kerámia – Műanyag. Akadémiai kiadó. Budapest, 1980.**

***Balázs György*: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.**

Fogalommeghatározás

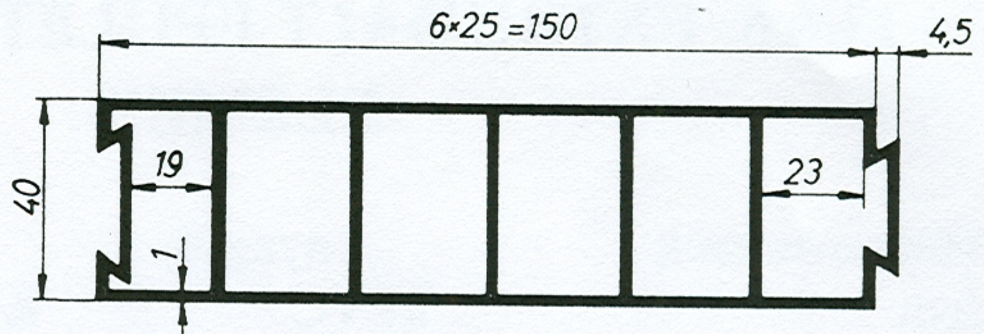
Extrudálás = Hőre lágyuló műanyagok sajtolása csigaorsóval, amelynek során a képlékeny műanyag felveszi a formázó nyílás alakját.

Így készülnek az ablak- és ajtókeretek, válaszfalelemek, redőnyelemek, falburkoló idomok, szerelő- és takaróidomok, falszegélyek, esőcsatornák stb.

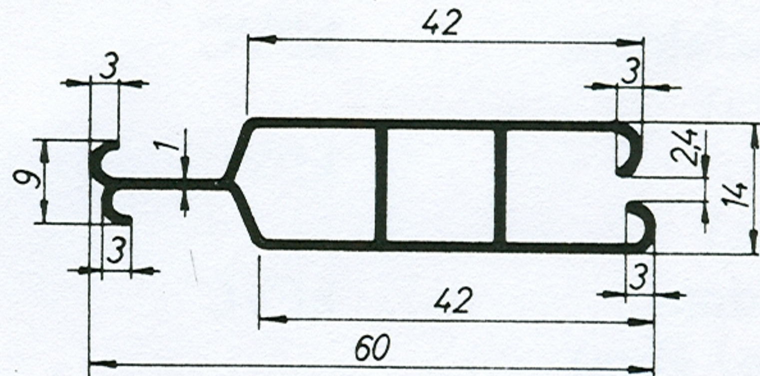


Kausay

a) ablakelem



b) ajtó- és válaszfalelem



c) redőny közléc

DUROPLASZTOK VAGY MŰGYANTÁK

Duro = kemény, olasz, spanyol, portugál nyelven.

Duroplaszt = hőre keményedő, hőre nem lágyuló polimer (szemben a *termoplaszttal*, amely hőre lágyuló).

A duroplasztok vagy más néven műgyanták kétkomponensű polimerek. A tulajdonképpeni műgyanták („A” komponens) a térhálósítóval („B” komponens) keverve megkeményednek.

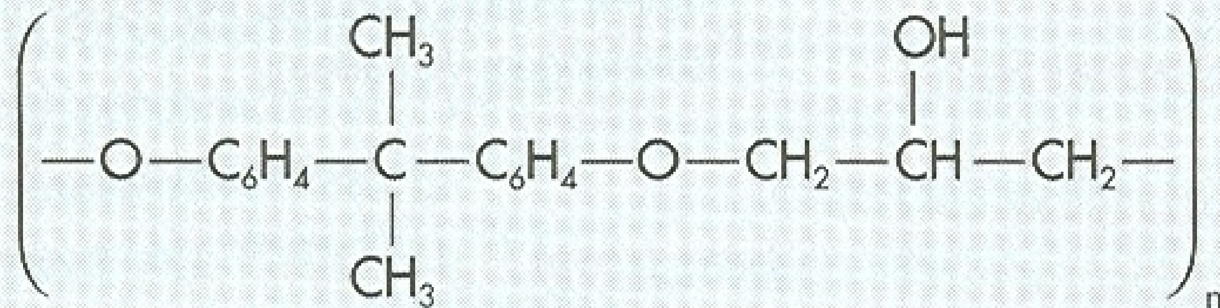
A duroplasztok tehát a hagyományos ragasztókkal, illetve kötőanyagokkal szemben *nem az oldószer elpárologtatásával kötnek* meg, hanem a „B” komponens által elindított kémiai reakcióval, az ún. térhálósodással keményednek ki.

A térhálósodást mind *térfogat növekedés*, mind *hőmérséklet emelkedés* kísérheti. A keletkező polimer általában erősen hálós szerkezetű, ezért a duroplasztokat olykor *polimer-szövetnek* is nevezik, az elsődleges kötés tartós, ún. *permanens kötés.*

A duraplasztok szinte mindig amorf szerkezetűek.

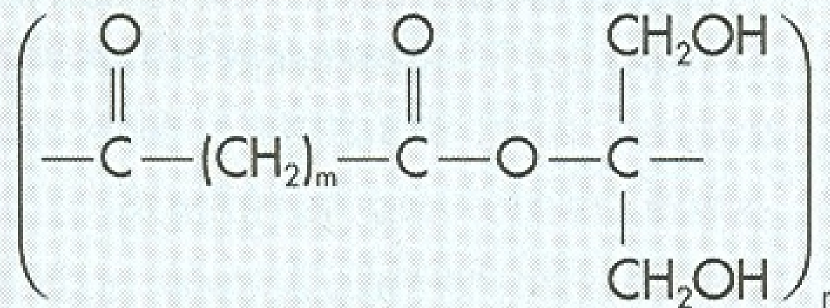
Az újramelegítés során a másodlagos kötések megolvadnak, a polimer rugalmassági modulusa csökken, de a szövet csomópontjai megakadályozzák, hogy a műanyag ténylegesen megolvadjon és folyóssá váljon. További melegítés során azonban gumivá alakul, majd felbomlik. Ezért a duroplasztok melegen nem alakíthatók.

Epoxidharz



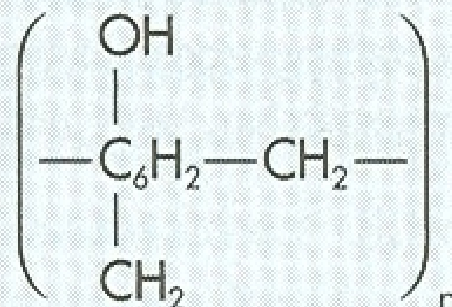
amorph

Polyester



amorph

Phenolformaldehyd



amorph

Tipikus duroplasztok (műgyanták)

Kausay

Duroplasztok vagy műgyanták alkalmazási területe

Epoxigyanta:	**Üvegszál erősítésű műanyagok, ragasztó anyagok. *Drága***
Poliészter:	**Üvegszál erősítésű műanyagok, réteges lemezek. *Az epoxigyantánál olcsóbb***
Fenolformaldehid:	**Bakelit, Tufnol (pl. gépelemek), Formica (pl. bútor lemezek). *Viszonylag rideg***





Kausay

Gyakorlati tanács az epoxigyanták megkeverésére

A folyékony műgyantát („A" komponenst) fémdobozban, az ugyancsak folyékony térhálósítót („B" komponenst) általában műanyag csomagolásban forgalmazzák.

A kikeményedés idejét a „B" komponens mennyiségének változtatásával viszonylag tág határokon belül lehet módosítani. A szükséges keverési arány megállapításához az alábbi táblázat nyújt segítséget (25 ºC hőmérsékleten):

Műgyanta, („A") komponens	„B" komponens	Kötési idő
Kávéskanál 5ml	2 csepp	1-2 óra
Kávéskanál 5ml	4 csepp	10-20 perc
Evőkanál 20 ml	5 csepp	1-2 óra
Evőkanál 20 ml	15 csepp	10-20 perc
0,5 dl	0,5 ml	1-2 óra
0,5 dl	1,5 ml	10-20 perc
1 dl	1,0 ml	1-2 óra
1 dl	3,0 ml	10-20 perc

Forrás: http://www.ablonczy.hu/content.php?cont=9

Fazékidő = Edényidő = Felhasználhatósági idő

Angolul: pot life, németül: Topfzeit

Tulajdonképpeni fazékideje csak a hidegen kikeményedő (megszilárduló) kétkomponensű polimereknek (öntőgyantáknak, lakkoknak, ragasztóknak), általában poliésztereknek, epoxigyantáknak van.

A jelentése: az az idő, ami eltelhet az edző/térhálósító/katalizátor polimerhez való hozzákeverésétől a felhasználásig.

Ez az idő többnyire jól érzékelhető, jelentős viszkozitás növekedés vagy gélesedés jelzi a fazékidő leteltét.

A fazékidő leteltével (a gélesedés megindulásával) a kétkomponensű polimer gyakorlatilag felhasználhatatlanná válik.

A fazékidő a felhasználásra kész állapotban megvásárolható egykomponensű ragasztók esetén az eltarthatóság idejét jelenti.

- A ragasztó a menetes szár teljes felületén rögzít és kitölti a furatot.
- A menetes szárat kézzel kell enyhén forgatva a furat aljáig betolni.
- Átmenőszerelésnél a ragasztóanyag kitölti a furat-hézagot a rögzítendő tárgyon a menetes szár körül.

FORGALMAZZA:
fischer Hungária
1117 Budapest,
Szerémi út 7/b.
Származási hely: EU

védőkesztyűt és szem/arcvédőt kell viselni
S 45 – Baleset vagy rosszullét esetén azonnal orvost kell hívni. Ha lehetséges, a címkét meg kell mutatni
S 61 – Kerülni kell az anyag környezetbe jutását.
Speciális adatokat kell kérni/Biztonsági adatlap

Xi

fischer

FIS EM 390 S

EXPOXIDHARZ-MÖRTEL
EPOXY MORTAR
MORTIER EN RESINE EPOXY
EPOXYHARS-MORTEL
ARGAMASA DE RESINA EPOXI
ARGAMASSA DE RESINA EPOXI

- Ideal für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse
- Ideal for additional reinforcement connections
- Idéal pour les scellements d'armature ultérieurs
- Ideaal voor versterkende aansluitingen op een later tijdstip
- Ideal para conexiones de refuerzo realizadas con posterioridad
- Ideal para ligações posteriores de armação

550 g ℮ 390 ml


fisch
FIS E
390 S
550 g e 390 ml
FORALMAZZA
2016/10/19 13:04



Kétkomponensű műgyanta ragasztó meleg környezetben (az alsó fényképen a jobb oldali füles lábasban forró víz van) gyorsabban kikeményedik.



Megfigyelhető, hogy a kétkomponensű műgyanta ragasztó kikeményedés közben felmelegszik, tehát kötése hőfejlesztéssel jár,

Kausay

Nyitott idő

Angolul: open time, németül: Offenzeit

A nyitott idő a ragasztó keverésének befejezése és az összeragasztandó felületek összeillesztése között eltelt, megengedett idő. Az MSZ EN 12189:2000 szabvány szerint a szilárd betonfelületek (MSZ EN 1766:2000 szabvány szerint készített, 40×40×80 mm méretű „félhasábok” 40×40 mm méretű, sík, 0,05-0,1 mm közötti szemnagyságú *kvarchomokkal fúvott felülete*) összeragasztásához használt ragasztóanyag keverésének befejezése és a betonfelületek összeragasztása között eltelt időnek az a leghosszabb értéke, amely alatt a ragasztást elvégezve a későbbi időpontban (legalább 21 nap múlva) végzett *harmad-pontos* hajlító-húzószilárdság vizsgálat során nem a ragasztóréteg, hanem a beton megy tönkre.

Más szóval a nyitott idő az az idő, amely alatt a ragasztást el kell végezni ahhoz, hogy az megfelelő minőségű legyen.

Ha a hajlító-vizsgálat során nem a beton törik el, hanem a két félhasáb válik el egymástól, azaz a törés a ragasztási rétegben következik be, akkor – ha a ragasztó minősége egyébként megfelelő – a félhasábokat a nyitott időn túl ragasztották össze.


2016/10/17 11:00
Kausay



Hajlítás során nem a ragasztott felület vált el, hanem a hasáb habarcs-anyaga tört el.

CSŰRÖS ZOLTÁN

MŰANYAGOK



1956

TANKÖNYVKIADÓ, BUDAPEST
1956

MŰSZAKI ÉRTELMEZŐ SZÓTÁR

DR. HARDY GYULA

MŰANYAGOK

1970

TERRA BUDAPEST



Kausay

CHRISTFRIED
HILDEBRAND

Műanyagok az építészetben

A 4. német kiadás alapján készült
kiegészített magyar kiadás

Szerkesztette és kiegészítette:
DR. BELEZNAY GÉZA

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ
BUDAPEST, 1977



AUSTROTHERM
AT-N 3
Normál hőszigetelő lemez
AUSTROTHERM
ROOFMATE
Dow
Heratekta-C3
Heraklith
Polisztirol betétes, cementkötésű, háromrétegű fagyapot építőlap
Heraklith-Hungária Kft.
Heraklith-CF
Heraklith
Cementkötésű finomszálas fagyapot építőlap
Heraklith-Hungária Kft.
Styrodur 3035CS
NIKECELL
2016/10/10 11:00
Kausay

Hőszigetelő termékek érvényes előírásai
Példák:

MSZ EN 16383:2017
Építőipari hőszigetelő termékek. Vakolattal ellátott, összetett külső hőszigetelő rendszerek (THR) nedvességtechnikai viselkedésének meghatározása

ÉpMI-T-EA-01-25/2016_pv1.0
Építésügy Műszaki Irányelvtervezet:
„Újrahasznosított hőszigetelő anyagok alkalmazásának feltételei falak, padlásfödémek, lapostetők, ferdetetők, padlók hőszigetelésénél”

HŐTECHNIKA

2010/11/12 13:3

Vasbeton panel épület utólagos hőszigetelése polisztirol lemezzel

Kausay

HŐTECHNIKA

Hőmennyiség és hőáram

A **hőmennyiség** (hő) hőmérséklet különbség hatására kialakuló energiaátadás. Nem energia, csak ahhoz hasonló, munkajellegű mennyiség. Mértékegysége: J (joule).

A ***Q* hőáram** az anyagon egységnyi idő alatt áthaladó hőmennyiség. Teljesítmény jellegű mennyiség. Mértékegysége: W (watt), ahol W=J/s.

$$Q = \frac{Hőmennyiség}{Idő} \qquad \left[W = \frac{J}{s} \right]$$

A *Q* hőáram <u>arányos</u> a **λ hővezetési tényezővel**, a hőáramlás irányára merőleges *A* felülettel, a $(t_1 - t_2)$ hőmérsékleteséssel, és <u>fordítottan arányos</u> az anyag *d* vastagságával.

$$Q = A \times \frac{\lambda}{d} \times (t_1 - t_2) \qquad [W]$$

A λ hővezetési tényező definíciója: Állandósult egyirányú hővezetés esetén a hővezetés irányában egységnyi anyagvastagságra jutó, egységnyi hőmérsékletesés hatására, egységnyi idő alatt, egységnyi felületen áthaladó hőmennyiség.

A λ hővezetési tényező anyagjellemző, mértékegysége W/(mK).

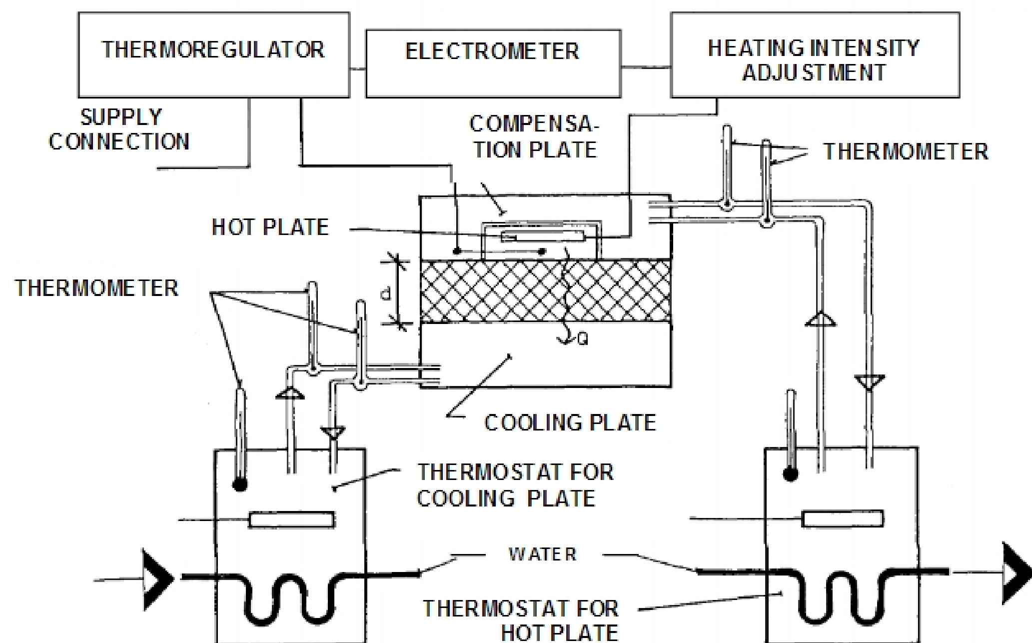
Hővezetési tényező meghatározása

MSZ 18286-2:1980 Építési kőanyagok energiavezetési és térfogatállandósági vizsgálata. Hővezetőképesség meghatározása Bock-módszerrel

A Bock-készülék egy hőszigetelt szekrény, amelyben a 250×250×50 mm méretű, kiszárított állapotú, párhuzamos oldalú próbatest egy felső, fűtött és egy alsó, hűtött fémlap közé kerül. A fűtött és hűtött lapok hőmérséklete – kontakthőmérőkkel vezérelt termosztátokkal keringetett vízzel – úgy szabályozható, hogy a lapok hőmérséklet-különbsége mintegy 10 ºC.

A mérés időtartama az állandósult hőáramlás (hőmérsékleti állapot) elérése után legalább 6 óra.

Ezalatt óránként mérni kell a meleg oldal fűtéséhez felhasznált elektromos energiát (kW/h) és a próbatest két oldala közötti hőmérséklet-különbséget, amely adatokból a λ hővezetési tényező W/(mK) mértékegységben kiszámítható.



Forrás: http://tpm.fsv.cvut.cz/student/documents/files/BUM1/Chapter16.pdf

Bock-készülék



https://www.b-tu.de/fg-thermophysik/forschung/labor-und-messtechnik/thermophysikalisches-labor

Kausay

Nemzetközi és európai szabványok a hővezetési tényező meghatározására

Például:

MSZ EN ISO 13787:2003 Épületgépészeti és ipari hőszigetelő termékek. A névleges hővezetési tényező meghatározása (ISO 13787:2003)

MSZ EN ISO 22007-1:2012 Műanyagok. A hővezető és hőterjedési képesség meghatározása. 1. rész: Alapelvek (ISO 22007-1:2009) A szabvány legfrissebb változata: prEN ISO 22007-1:2016

MSZ EN ISO 23993:2011 Hőszigetelő termékek épületgépészeti és ipari berendezésekhez. A hővezetési tényező tervezési értékének meghatározása (ISO 23993:2008, 2009.10.01-jei helyesbített változat)

MSZ EN ISO 6946:2008 Épületszerkezetek és épületelemek. Hővezetési ellenállás és hőátbocsátás. Számítási módszer (ISO 6946:2007)

MSZ EN ISO 8894-1:2010 Tűzálló anyagok. A hővezető képesség meghatározása. 1. rész: Hőhuzalos módszerek (kereszt elrendezésű és ellenállás-hőmérős) (ISO 8894-1:2010)

MSZ ISO 8301:1998 Hőszigetelés. A hővezetési ellenállás és a kapcsolódó tulajdonságok meghatározása állandósult állapotban. Hőárammérő készülék

MSZ EN 993-15:2006 Tömör, formázott tűzálló termékek vizsgálati módszerei. 15. rész: A hővezető képesség meghatározása hőhuzalos (párhuzamos elrendezésű) módszerrel

MSZ EN 1159-2:2004 Nagy teljesítményű műszaki kerámiák. Kerámiakompozitok. Termofizikai tulajdonságok. 2. rész: A hővezetési együttható meghatározása

MSZ EN 12664:2001 Építési anyagok és termékek hőtechnikai viselkedése. A hővezetési ellenállás meghatározása segédfűtőlapos és hőárammérős eljárással. Közepes és kis hővezetési ellenállású száraz és nedves termékek

MSZ EN 12667:2001 Építési anyagok és termékek hőtechnikai viselkedése. A hővezetési ellenállás meghatározása segédfűtőlapos és hőárammérős eljárással. Nagy és közepes hővezetési ellenállású termékek

MSZ EN 12939:2001 Építési anyagok és termékek hőtechnikai viselkedése. A hővezetési ellenállás meghatározása segédfűtőlapos és hőárammérős eljárással. Nagy és közepes hővezetési ellenállású vastag termékek

Thermal conductivity of selected building materials (at about 20 ° C)

Építőanyagok hővezetési tényezője (W/(mK)

Material	Thermal conductivity (W/mK)	
air (dry and quiet)	0,023	levegő (száraz és csendes)
PUR rigid foam	0, 02 – 0,04	PUR-hab (poliuretán-hab)
expanded polystyrene	0,035 – 0,045	expandált polisztirol
cellular glass	0,035 – 0,06	habüveg
mineral or glass wool	0,04 – 0,08	ásvány- vagy üveggyapot
particleboard	0,1 – 0,13	forgácslemez
lightweight concrete	0,11 – 0,25	könnyűbeton
timber (pine)	0,14	fa (fenyő)
water	0,60	víz
brick	0,65 – 0,80	tégla
glass	0,6 – 1,38	üveg
concrete	1,2 –1,75	beton
limestone	1,50	mészkő
granite	2,80	gránit
steel	43-58	acél
aluminium and light alloys	125 – 200	alumínium és könnyű ötvözetek
copper	386	réz

Kausay

Forrás: http://tpm.fsv.cvut.cz/student/documents/files/BUM1/Chapter16.pdf

Építőanyagok testsűrűsége (kg/m^3) és hővezetési tényezője ($W/(mK)$)

Baustoffgruppe	Baustoff	Dichte in kg/m^3	Wärmeleitfähigkeit l in W/mK
Mauerwerk	Vollziegel	1700	0.76
	Hohlziegel	1000	0.45
	Blähton (Leca)	800	0.29
	Gasbeton (Ytong)	800	0.20
	Holzspan-Beton (Durisol)	800	0.24
Beton	Stahlbeton	2500	2.30
	Beton	2200	1.60
	Estrichbeton	2000	1.40
	Blähbeton	800	0.30
	Porenbeton	600	0.20
	EPS-Beton	500	0.20
Putze	Kalkzementputz (maschinell)	1500	0.60
	Kalkzementputz (baustellengemischt)	1700	0.90
	Kalkputz	1600	0.70
	Kalk-Gips-Putz	1400	0.60
	Leichtgrundputz	1200	0.40
	Perlite-Putz	500	0.13
	EPS-Putz	300	0.09
	Thermoputz (Iso-Mörtel)	400	0.15
Natursteine	Granit, Marmor	2500-3000	3.50
	Kalkstein	2000-2500	2.50
	Sandstein	2000-2500	2.00
	Kies-Schüttung	1800	0.70
Holz	Weichholz	600	0.15
	Hartholz	800	0.20
Platten	Gipskartonplatten	900	0.21
	Holzspannplatten	700	0.13
	Gipswandbauplatten	600	0.29
	Hoz-Leichtbauplatte zementiert (Heraklith)	360	0.08
Dämmstoffe	EPS (Polystyrol-Hartschaum)	15-30	0.040
	XPS (Polystyrol-Hartschaum extrudiert)	30-50	0.033
	PU-Hartschaum	30-40	0.030
	Mineralfasermatte	15-25	0.042
	Mineralfaserplatten	15-150	0.039
	Korkplatten	120-140	0.041
	Holzfaserplatten	200	0.055
	Holzwolle gebunden	40	0.064
	Kokosfasermatten	90	0.050
	Kokosfaserplatten	140	0.046
	Holzwolle-Leichtbauplatten	250	0.062
	Schaumglas	120	0.050
Trittschalldämmung	Kokos-Rollfilz	130	0.045
	Bitumen-Korkfilz	200	0.050
	Polystyrol	15	0.040
	Mineralwolle	70-130	0.036
Sonstige Baustoffe	Glas	2500	0.81
	Glasbausteine	1500	0.58
	Fliesen	2000	1.00
	Linoleum	1000	0.18
	Kunststoffbodenbelag	1600	0.24
	Textilbodenbelag	-	0.06
	Bitumen	1200	0.17
	Dachpappe/Pappe	1200	0.17
	Aluminium	2800	208
	Kupfer	8900	372

Egységnyi felületre eső hőáram

Az egységnyi felületre eső *q* hőáram:

$$q = \frac{\lambda}{d} \times (t_1 - t_2) \qquad [W/m^2]$$

Ebből egyenlet rendezéssel a *(t_1 - t_2)* hőmérsékletesés (hőmérséklet-különbség):

$$q \times \frac{d}{\lambda} = q \times R = (t_1 - t_2) \qquad [K \quad (kelvin)]$$

Az *R* = *d/λ* hányadost hővezetési ellenállásnak nevezzük, mértékegysége: m^2K/W.

Réteges szerkezet esetén az egyes rétegek hőmérséklet-különbségeit össze kell adni, például három réteg esetén:

$$q \times \left(\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \right) = (t_1 - t_4) \qquad [K]$$

Átrendezve:

$$q = \frac{1}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3}} \times (t_1 - t_4) \qquad [W / m^2]$$

Hőátadási tényező

Ha a szilárd test felületével gáz (esetünkben levegő) érintkezik, akkor az egységnyi felületre eső q hőáram:

$$q = \alpha \times (t_{levegő} - t_{szilárd-test}) \qquad [W / m^2]$$

ahol:

***α* a hőátadási tényező, amelynek mértékegysége W/m²K.**

Külső, homlokzati falazat esetén,

- a falazat belső oldalán, a levegőből a falba belépő hőáram hőátadási tényezője: $\alpha_{belépő}$ = 8,1 W/m²K

- a falazat külső oldalán, a falból a levegőre kilépő hőáram hőátadási tényezője: $\alpha_{kilépő}$ = 23,3 W/m²K

Ebből a külső, homlokzati falazat hőátadási ellenállásainak R_α összege:

$$R_\alpha = R_{belépő} + R_{kilépő} = \frac{1}{\alpha_{belépő}} + \frac{1}{\alpha_{kilépő}} = \frac{1}{8{,}1} + \frac{1}{23{,}3} =$$

$$= 0{,}12346 + 0{,}04292 = 0{,}16638 \qquad \left[\frac{m^2 K}{W}\right]$$

Kausay

Fajlagos (egységnyi felületre eső) hőáram falszerkezet esetén

Épület külső fala esetén a fajlagos (egységnyi felületre eső) *q* hőáram:

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{belépő}} + \Sigma \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{kilépő}}} \times (t_{belépő} - t_{kilépő}) = k \times (t_{belépő} - t_{kilépő}) \qquad [W / m^2]$$

Hőátbocsátási tényező

Ebben az összefüggésben *k* a hőátbocsátási tényező:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{belépő}} + \Sigma \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{kilépő}}} = \frac{1}{R_\alpha + \Sigma R_i} \qquad [W / m^2 K]$$

és $(R_\alpha+\Sigma R_i) = 1/k$ a hőátadási és a hővezetési ellenállások összege, azaz a hőátbocsátási ellenállás.

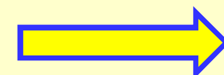
A *k* **hőátbocsátási tényező** szerkezet-jellemző, ugyanis a rétegvastagságoknak is függvénye.

Szokásos jelölések:

$\alpha_{belépő} \rightarrow \alpha_e$, ahol e = external (latinul: externus) = külső

$\alpha_{kilépő} \rightarrow \alpha_i$, ahol i = internal (latinul: internus) = belső

A *k* **hőátbocsátási tényezőre nézve követelmény**, hogy értéke emberi és állati tartózkodásra szolgáló, állandó jellegű, egész télen át fűtött épületek külső falazata esetén **általában** ***legfeljebb k*** **= 0,45 W/m²K** (ezelőtt legfeljebb k = 0,5 W/m²K, 1991. előtt legfeljebb k = 0,7 W/m²K lehetett), 2018. január 1. után pedig **általában** ***legfeljebb k*** **= 0,24 W/m²K** lehet .

Lásd a következő diát 

Hőátbocsátási tényező követelmény értékek

Hőátbocsátási tényező követelmény értékek 7/2006 TNM rendelet 1. és 5. mellékletek alapján

épülethatároló szerkezet[1]	hőátbocsátási tényező[3] követelmény - U [W/m²K]		
	2016.01.01.-2017.12.31.		2018.01.01. után
	általában	hazai vagy EU forrás támogatás ill. központi költségvetési támogatás	minden épület
	1. melléklet	5. melléklet	5. melléklet
homlokzati fal	0,45	0,24	0,24
lapostető	0,25	0,17	0,17
fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,25	0,17	0,17
padlás és búvótér alatti födém	0,30	0,17	0,17
árkád és áthajtó feletti födém	0,25	0,17	0,17
alsó zárófödém fűtetlen terek felett	0,50	0,26	0,26
üvegezés	-	1,00	1,00
különleges üvegezés[2]	-	1,20	1,20
fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró (>0,5m²)	1,60	1,15	1,15
fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	2,00	1,40	1,40
homlokzati üvegfal, függönyfal	2,50	1,40	1,40
üvegtető	-	1,45	1,45
tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola	2,50	1,70	1,70
tetősík ablak	1,70	1,25	1,25
ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására)	-	2,00	2,00
homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,80	1,45	1,45
homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu	3,00	1,80	1,80
fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,50	0,26	0,26
szomszédos fűtött épületek és épületrészek közötti fal	1,50	1,50	1,50
lábazati fal, talajjal érintkező fal a terepszinttől 1 m mélységig	0,45	0,30	0,30
talajon fekvő padló (új épületeknél)	0,50	0,30	0,30
hagyományos energiagyűjtő falak (pl. tömegfal, Trombe fal)	-	1,00	1,00

Szigetelésinfo.hu
minden, ami szigetelés
az Építésinfo.hu csoport tagja

[1] megnevezések a rendelet 5. melléklete alapján
[2] magas akusztikai vagy biztonsági követelményű üvegezés esetén érvényes követelményértékek
[3] rétegtervi (szerkezeten belüli hőhidakat figyelembe vevő) hőátbocsátási tényező

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

TNM = Tárcanélküli miniszterek

Hőátbocsátási tényező követelmény értékek

Hőátbocsátási tényező követelmény értékek 7/2006 TNM rendelet 1. és 5. mellékletek alapján

épülethatároló szerkezet[1]	hőátbocsátási tényező[3] követelmény - U [W/m²K]		
	2016.01.01.-2017.12.31.		2018.01.01. után
	általában	hazai vagy EU forrás támogatás ill. központi költségvetési támogatás	minden épület
	1. melléklet	5. melléklet	5. melléklet
homlokzati fal	0,45	0,24	0,24
lapostető	0,25	0,17	0,17
fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,25	0,17	0,17
padlás és búvótér alatti födém	0,30	0,17	[illegible]
árkád és áthajtó feletti födém	0,25	0,17	[illegible]
alsó zárófödém fűtetlen terek felett	0,50	0,26	[illegible]
üvegezés	-	1,00	[illegible]
különleges üvegezés[2]	-	1,20	[illegible]
fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró (>0,5m²)	1,60	[illegible]	[illegible]
fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	2,00	[illegible]	[illegible]
homlokzati üvegfal, függönyfal	2,50	[illegible]	[illegible]
üvegtető	-	[illegible]	[illegible]
tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola	[illegible]	[illegible]	[illegible]
tetősík ablak	[illegible]	[illegible]	1,25
ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására)	[illegible]	[illegible]	2,00
homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek köz[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,45
homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek[illegible] kapu	[illegible]	1,80	1,80
fűtött és fűtetlen terek között[illegible]	[illegible]	0,26	0,26
szomszédos fűtött épület[illegible] fal	[illegible]	1,50	1,50
lábazati fal, tala[illegible] mélységig	[illegible]	0,30	0,30
talajon fek[illegible]	0,50	0,30	0,30
hagyományo[illegible] Trombe fal)	-	1,00	1,00

Szigetelésinfo.hu minden, ami szigetelés – az Építésinfo.hu csoport tagja

[1] me[illegible] a ren[illegible] melléklete alapján
[2] magas akusztikai vagy b[illegible]onsági követelményű üvegezés esetén érvényes követelményértékek
[3] rétegtervi (szerkezeten belüli hőhidakat figyelembe vevő) hőátbocsátási tényező

A rendelet itt olvasható:
http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0600007.TNM és
http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0600007.TNM&timeshift=20180101

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

TNM = Tárcanélküli miniszterek

Felhasznált irodalom:

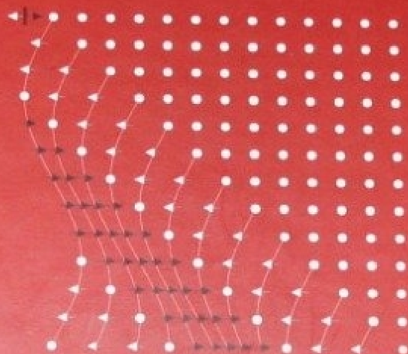
[1] *Ashby, M. F. – Jones, D. R. H.*: Werkstoffe 2. Metalle, Keramiken und Gläser, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe. Esevier GmbH, München. 2007.

[2] http://hu.wikipedia.org/wiki/

[3] *Palotás László - Balázs György*: Mérnöki szerkezetek anyagtana. 3. kötet. Beton – Habarcs – Kerámia – Műanyag. Akadémiai kiadó. Budapest, 1980.

[4] *Balázs György*: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.

AKUSZTIKA



P. Nagy József

A HANGSZIGETELÉS
ELMÉLETE ÉS GYAKORLATA

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

Scholz
Hiese
Möhring

BAU
STOFF
KENNTNIS

17. Auflage

Werner Verlag

A hang rugalmas közegben terjedő mechanikai rezgéshullám. A hangforrás által kibocsátott rezgések a levegő részecskéit mozgásba hozzák, azok pedig továbbítják ezt a mozgást a szomszédos részecskéknek. Nem csak légnemű anyagban, hanem folyadékban és szilárd anyagban is terjed a hang. A terjedési sebesség értéke például levegőben 15 °C hőmérsékleten 340 m/s, vízben 1440 m/s, vasban, üvegben, fában kb. 5000 m/s. Légüres térben nem terjed a hang, hiszen nincsen közvetítő közeg.

Az ember bizonyos amplitúdó- és frekvenciatartományba eső hangrezgéseket képes érzékelni. Az emberi füllel „hallható hangtartomány" fiatal korban kb. 20 Hz és 20 kHz közé esik. Léteznek rezgések e tartományon kívül is, a 20 Hz alatti hangokat infrahangoknak, a 20 kHz felettieket ultrahangoknak nevezzük.

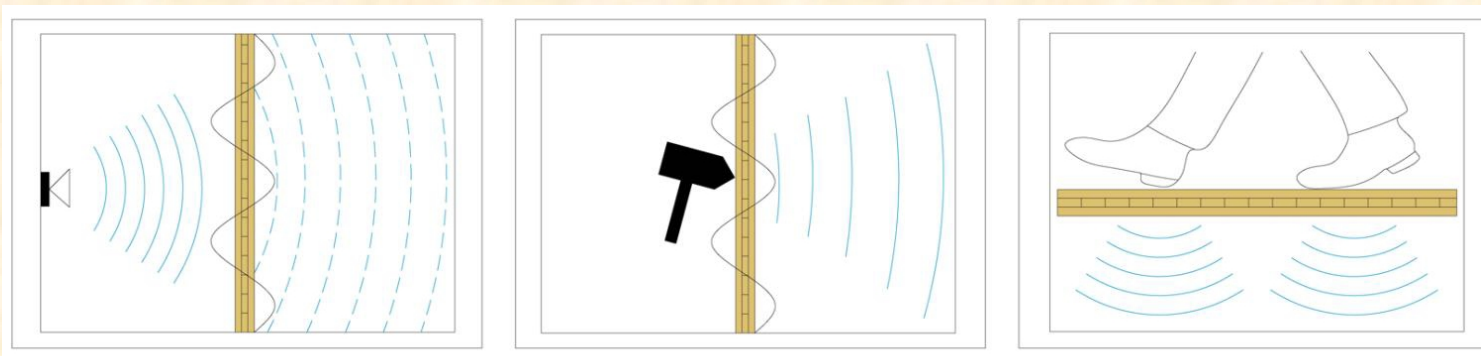
http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/ElektronikusMediatartalmak/ch01s02.html)

A levegőrezgés formájában terjedő hangokat léghangoknak nevezzük. Léghangot gerjeszt például a beszéd, a zene, az utcai forgalom.

A léghangok egy részét az útjukba eső szilárd testek (például falak, födémek) visszaverik, és ezzel erősítik a zajforrásból eredő léghangokat. A léghangok másik része az útjukba eső szilárd testeket, térhatároló szerkezeti elemeket rezgésbe hozza. A rezgő szilárd testben ébredő és terjedő hangot testhangnak nevezzük. Testhangot gerjeszt például a járás, kopogás, egy szék eltolása. A testhang különleges esete a födémen vagy lépcsőn járás ébresztette lépéshang.

Ugyanakkor a léghangok által rezgésbe hozott szilárd test a rezgést a szomszédos helyiség levegőjének átadják, és ezzel ott léghangot gerjesztenek. Az építmény szerkezeti elemének a léghangok átadásával szembeni ellenállását hangszigetelésnek nevezzük.

Léghang Testhang Lépéshang



Az ábra forrása: Schallschutz-mit-CLT-von-Stora-Enso-DE-Version-10.2017.pdf

Az építészetben a hangok ellen védekezni kell.

Ennek során a hangszigeteléstől meg kell különböztetni a hangelnyelést vagy hangabszorpciót.

A hangelnyelés a hang erősségét főként a hangforrás térfelén csökkenti, a hangszigetelés pedig a térhatárolóval elválasztott térben.

A hangelnyelő anyag vagy porózus hangelnyelő anyag, vagy rezonancia-elnyelő anyag, illetve e kettő kombinációja.

A porózus hangelnyelő anyagok porozitása legalább 80% legyen, a pórusok egymás között és a felületen is nyitottak kell legyenek. Ezt a feltételt az ásványgyapot-, üveggyapot-, fagyapotlemez és a nyitott pórusú műanyaghab, például a lágy poliuretánhab teljesíti.

A rezonancia-elnyelő anyagok vékony, tömör vagy lyukasztott lemezek (például rétegelt falemez, gipszkartonlemez), amelyeket lécekkel a térelhatároló szerkezetre kell erősíteni. A térelhatároló szerkezeti elem és a rezonancia-elnyelő anyag közé zárt levegő a rezgések során rúgóként működik.

A hangszigetelés hatékonysága a hangszigetelő anyag vastagságával és testsűrűségével növekszik, és függ attól, hogy a szerkezeti elem saját rezgése a hajlítási merevség függvényében miként viszonylik a hanghullám hullámhosszához.

A hangszigetelés hatékonysága kétrétegű hangszigeteléssel javítható.

Megjegyzés: A hajlítási merevség a rugalmassági modulus (*E*) és az inercia (*I*) szorzata: $E \times I$.

Kausay



Köszönöm a figyelmüket

2016/10/10 11:08